

Vegetación marina en la elaboración de bloques multinutritivos para la alimentación de rumiantes

Marine vegetation in multinutritional blocks for ruminants

Arturo F. Castellanos Ruelas^a, Félix Cauich Huchim^b, Luis A. Chel Guerrero^a,
J. Gabriel Rosado Rubio^a

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la incorporación de vegetación marina, melaza, urea e hidróxido de calcio (CaOH) en un bloque multinutritivo (BM) sobre su valor nutritivo y su dureza. Se colectó vegetación marina que llegó en arribazón a las costas de Yucatán. Este material se lavó con agua dulce y se deshidrató al sol. Se elaboraron BM incorporando un 9.5 % de vegetación marina, además de cascarilla de soya, maíz molido, melaza, ortofosfato de calcio, sal común, ácidos grasos, mezcla de vitaminas y minerales, también CaOH como aglutinante. Se empleó un diseño factorial 3x2x3 con tres repeticiones por tratamiento, en donde los factores y niveles fueron: melaza 35.0, 37.5 y 40.0 %, urea 6 y 9 % y CaOH 5, 7 y 9 %. La dureza (kg de carga máxima) de los BM fue medida con una Máquina Universal de Pruebas 4411 (Instron). Los resultados se analizaron por medio del método de mínimos cuadrados, incluyendo los efectos de los factores y niveles mencionados, así como sus interacciones. Los resultados indicaron que la vegetación marina tuvo un elevado contenido en proteína y en materia mineral. Al incrementar la melaza en la formulación arriba del 35 % ó el CaOH más allá del 5 %, se redujo la carga máxima de los BM ($P < 0.01$). Lo mismo sucedió al incrementar la urea arriba del 6 % ($P < 0.05$). Se concluye que es factible el empleo de vegetación marina como fuente de proteína y minerales en la elaboración de BM, logrando materiales con buena dureza.

PALABRAS CLAVE: Vegetación marina, Bloque multinutritivo, Rumiantes.

ABSTRACT

The objective of the present study was to assess the effect on nutritional value and hardness due to inclusion in multinutritional blocks (MB) of marine vegetation, molasses, urea and calcium hydroxide (CaOH). Marine vegetation was gathered at the coast of Yucatán. This material was rinsed with fresh water and sun dehydrated. MBs were manufactured including 9.5 % of marine vegetation, plus soybean hulls meal, ground corn, molasses, calcium orthophosphate, salt, vegetable oil and a mixture of minerals and vitamins; calcium hydroxide was added as agglutinant. A factorial 3*2*3 experimental design with three replicates was used, where molasses 35.0, 37.5 and 40.0 %; urea 6 and 9 % and CaOH 5, 7 and 9 % were factors and levels. Hardness (kg maximum pressure) of BMs was measured using a 4411 Universal Testing Machine (Instron). Results were analyzed through the least square method, including effects of the already mentioned factors and their interactions. Results showed that marine vegetation boasts high protein and mineral contents. When either molasses content is more than 35 % or CaOH more than 5 %, MBs hardness decreases ($P < 0.01$). The same is true for urea content of more than 6 % ($P < 0.05$). As a conclusion, it can be acknowledged that marine vegetation can be used as a protein and mineral source for manufacturing MBs, obtaining materials showing adequate hardness.

KEY WORDS: Marine algae, Multinutritional block, Ruminants.

La vegetación marina (VM) representa un gran recurso para el beneficio del hombre, estando compuesta básicamente por algas y pasto marino.

Marine vegetation, made up mainly by algae and sea weeds, is an important resource that can be used to advantage. Algae can be used for obtaining

Recibido el 26 de julio de 2008. Aceptado para su publicación el 13 de octubre de 2009.

^a Facultad de Ingeniería Química., Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Av. Juárez # 421. Ciudad Industrial. 98288. Mérida, Yuc. cruelas@uady.mx. Correspondencia al primer autor.

^b Estudiante de licenciatura en Química Industrial. FIQ-UADY.

Las algas se pueden emplear principalmente para la extracción de alginatos⁽¹⁾, para su consumo directo por parte del hombre⁽²⁾, la elaboración de cosméticos y medicamentos⁽²⁾, la obtención de fertilizante orgánico⁽³⁾ y también como alimento para animales⁽⁴⁾.

En cuanto a su valor nutritivo para animales, se han reportado algas conteniendo el 17, % de proteína⁽⁵⁾. Estudios hechos sobre su perfil mineral han revelado un elevado contenido en yodo y azufre, un buen nivel de potasio y un moderado contenido de cobalto^(5,6,7). Estos minerales, excepto el yodo, son requeridos por la ganadería bovina en pastoreo en el estado de Yucatán, México, ya que se encuentran deficitarios en los forrajes, además de que son onerosos en el mercado⁽⁸⁾.

Las algas llegan en arribazón a las costas de Yucatán durante la época denominada de “nortes” (septiembre-marzo), y coloquialmente a su conjunto se le denomina “sargazo”. La disponibilidad de este material es muy grande, y es indeseable en zonas turísticas, ya que se considera basura y su retiro implica fuertes erogaciones por parte de las autoridades.

Este material se puede considerar como una alternativa para la alimentación de rumiantes, ya sea mediante su incorporación en alimentos balanceados o en bloques multinutritivos (BM)⁽⁹⁾, entre otras alternativas.

Los BM han mostrado su efectividad como fuentes suplementarias de energía, de nitrógeno no proteico como la urea, de vitaminas y minerales⁽¹⁰⁾ para animales en pastoreo. Uno de los factores físicos que más importa en los BM es su dureza, ya que cuando son muy suaves su consumo es elevado y lo contrario sucede cuando son muy firmes. La dureza de un BM está influenciada por múltiples factores, siendo el más importante, la presencia de un aglutinante, de los cuales los más empleados son el cemento Portland y la cal de construcción (CaOH)⁽¹¹⁾. La presencia de melaza también colabora con la dureza de los BM⁽¹¹⁾. Por lo que respecta a su proceso de elaboración, pudiera ser rústico haciéndolos directamente en el predio⁽¹²⁾ o mediante equipo industrial.

alginates⁽¹⁾ that can be fed directly to humans⁽²⁾, for manufacturing medicines and cosmetics⁽²⁾, for producing organic fertilizers⁽³⁾ and also as animal feed⁽⁴⁾.

As regards nutritional value for animals, 17 % protein contents have been reported⁽⁵⁾. Studies carried out on their mineral profile have shown high sulfur and iodine content, adequate potassium levels and a moderate cobalt presence^(5,6,7). All these minerals, excepting iodine, are required for grazing bovine cattle in the State of Yucatán, Mexico, as their presence in grasslands is deficient and besides, are expensive in the marketplace⁽⁸⁾.

Marine vegetation arrives massively in banks to the coasts of Yucatán in the “nortes” season (September-March) and collectively is known as “Sargasso”. They are readily available in large quantities, being undesirable in tourist areas, considered as trash and very expensive for the local government to carry away. This material can be used as an alternative for feeding ruminants, either as a component of balanced feeds or in multinutritional blocks (MB)⁽⁹⁾.

MBs have shown their effectiveness as supplemental sources of energy, of non protein nitrogen (urea) and of minerals and vitamins for grazing animals⁽¹⁰⁾. One of the main factors to be taken into account in multinutritional blocks is hardness, as when soft their intake increases and vice versa. MB hardness is influenced by several factors being the presence of an agglutinant the most important. The most common used agglutinants are cement and lime⁽¹¹⁾. Molasses contribute also to block hardness⁽¹¹⁾. Blocks can either be produced in the farm⁽¹²⁾ using traditional methods or industrially.

Based on the above, the objective of present study was to evaluate the inclusion of marine vegetation in multinutritional blocks, determining their hardness and nutritional value in response to molasses and urea content in the presence of three different levels of CaOH. The material being evaluated was marine vegetation usually found in the coastal localities of Chuburná, Progreso and Chicxulub in the State of Yucatán. Approximately

VEGETACIÓN MARINA EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES MULTINUTRITIVOS

Con base en lo anterior, se planteó el presente trabajo que tuvo como objetivo, incorporar vegetación marina en un BM, midiendo su valor nutritivo y dureza en función del contenido de melaza y de urea, en presencia de tres niveles de CaOH.

El material de estudio empleado consistió en VM que suele presentarse en el litoral costero de los puertos de Chuburná, Progreso y Chicxulub, en el estado de Yucatán. Se recolectaron aproximadamente 150 kg de material fresco, el cual se lavó con agua dulce para remover la arena y se identificó botánicamente. Posteriormente se deshidrató al sol y se molió en un molino de cuchillas Thomas Scientific modelo 4 equipado con una malla 20.

La VM deshidratada y molida se analizó para conocer su composición proximal⁽¹³⁾. También se midió el contenido en Mg, Fe, Cu, Zn y Co empleando un espectrofotómetro marca Perkin Elmer, modelo AAnalyst 800, utilizando lámparas de cátodo hueco y un quemador de flujo laminar de 20 cm de largo, para una mezcla oxiacetilénica⁽¹⁴⁾.

150 kg of fresh material was gathered, identified botanically, rinsed with fresh water to eliminate sand and other impurities and later sundried and grounded in a Thomas Scientific model 4 blade grinder provided with a 20 mesh.

Dehydrated and grounded marine vegetation was analyzed to determine its nutritional composition⁽¹³⁾. Also Mg, Fe, Cu, Zn and Co content was determined by means of a Perkin Elmer Analyst 800 model spectrophotometer using hollow cathode lamps and a 20 cm long laminar flow oxyacetylene burner⁽¹⁴⁾.

Marine vegetation was mixed at 9.5 % to a corn, soybean meal, calcium orthophosphate, salt, vegetable oil, organic Se, copper sulfate and A, D, E vitamins mixture. Treatments consisted of MBs using three factors with different inclusion levels: molasses (35.0, 37.5, 40.0 % dry basis), urea (6.0, 9.0 %) and CaOH (5.0, 7.0, 9.0 %). A completely randomized factorial 3*2*3 experimental design with three replicates per treatment was used. The resulting 18 treatments are shown in Table 1.

Cuadro 1. Composición porcentual de los bloques experimentales elaborados con tres niveles de melaza, de urea y de hidróxido de calcio (CaOH)

Table 1. Composition of experimental blocks manufactured with three levels of molasses, urea and calcium hydroxide (CaOH)

	Block number																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Molasses	35.04	35.11	35.11	35.10	35.16	34.97	37.54	37.83	37.79	37.88	37.70	37.93	39.87	39.93	40.51	40.34	40.25	40.10
Soybean meal	18.1	0.26	0.15	2.91	8.4	2.5	14.5	0.04	13.7	18.8	18.4	0.34	16.7	0.62	0.86	0.5	1.13	0.19
Maize	17.3	28.8	31.4	29.42	25.0	24.5	18.5	25.7	13.9	9.8	12.3	24.3	12.6	22.7	24.3	25.9	27.36	21.0
Marine Veget.	9.5	9.5	9.5	9.48	9.5	9.7	9.6	9.7	9.7	9.6	9.6	9.7	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	10.0
Urea	6.0	9.1	6.1	9.05	6.0	8.9	6.0	9.1	6.0	9.0	6.0	9.1	6.0	9.0	6.0	9.0	6.0	9.0
CaOH	5.1	7.1	8.7	5.1	7.0	9.0	5.0	7.0	9.0	5.0	7.0	8.7	5.3	7.0	8.6	5.0	6.9	8.9
Orthophosphate	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	4.2	3.6	3.6	3.7	3.7	3.69	3.6	3.7	3.6	3.6	3.58	3.5	3.7
Salt	2.2	2.2	2.2	2.15	2.2	2.16	2.1	2.2	2.15	2.2	2.14	2.16	2.1	2.1	2.1	2.14	2.1	2.15
Vegetable oil	1.7	2.9	1.8	1.73	1.7	2.6	1.7	3.4	2.6	2.6	1.72	2.7	2.7	4.0	3.0	2.49	1.71	3.5
Organic selenium	1.33	1.3	1.33	1.33	1.33	1.34	1.33	1.3	1.33	1.3	1.33	1.34	1.3	1.33	1.3	1.32	1.32	1.33
Vitamins A, D and E	0.11	0.11	0.11	0.111	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.112	0.112	0.11	0.11	0.11	0.111	0.11
Cu sulfate	0.013	0.013	0.013	0.013	0.012	0.013	0.012	0.013	0.012	0.01	0.01	0.013	0.011	0.01	0.012	0.012	0.012	0.012
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Estimated composition																		
Crude protein, %	26.2	35.2	25.5	35.6	25.9	34.4	26	34.9	25.4	35.5	25.8	34.5	25.7	34.6	25	35	25.3	34.5
NE, Mcal	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.85	0.9	0.9	0.85	0.85	0.85	0.85	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.85
Ether extract, %	3.5	4.8	3.7	3.6	3.6	4.4	3.5	5.4	4.2	4.2	3.3	4.5	4.4	5.9	4.9	4.3	3.5	5.2

NE= Net energy for weight gain.

La VM fue incorporada en una proporción moderada del 9.5 % a una mezcla compuesta por maíz, cascarilla de soya, ortofosfato de calcio, sal común, ácidos grasos, vitaminas A, D y E, selenio orgánico y sulfato de cobre. Los tratamientos consistieron la elaboración de BM utilizando tres factores con diversos niveles de incorporación: melaza (35, 37.5 y 40 % BH), urea (6 y 9 %) y CaOH (5, 7 y 9 %). Se utilizó un diseño estadístico totalmente al azar con un arreglo factorial 3x2x3 con tres repeticiones por tratamiento. Los 18 tratamientos resultantes se presentan en el Cuadro 1.

Los insumos se balancearon para que cada bloque tuviera como mínimo 22 % de proteína cruda, 0.85 Mcal ENg (bovinos) 3.5 % de extracto etéreo, 5 % de Ca y 1 % de P (base seca). El mezclado de los insumos se realizó manualmente integrando primeramente los ingredientes mayoritarios y posteriormente los micronutrientes en forma de premezcla. Para la elaboración de los bloques se utilizaron moldes de PVC de 2.5 kg cada uno. Se comprimieron con un dispositivo metálico en forma de pistón aplicando 0.51 kg/cm². Los bloques se secaron durante un mínimo de dos semanas, una a la intemperie y otra bajo techo, midiéndose posteriormente su dureza (carga máxima) empleando una Máquina Universal de Pruebas 4411(Instron).

Cuadro 2. Análisis proximal (% BS) de los componentes de la vegetación marina empleada en la elaboración de bloques multinutritivos

Table 2. Nutritional analysis (% DB) of marine vegetation components used in multinutritional block production

	Red algae	Brown algae	Seaweeds
Moisture	10.7	12.4	4.5
Crude protein	35.7	9.9	24.6
Minerals	20.4	33.2	30.4
Crude fiber	3.8	7.1	6.4
Crude fat	2.6	2.4	2.2
N free extract	37.5	47.4	36.4
PFMV (Impurities 5.7 %)	18.4	3.8	72.1

PFMV= Proportion found in marine vegetation.

Components were balanced so each MB contained at least 22 % CP, 0.85 Mcal NEg(bovines), 3.5 % ether extract, 5 % Ca and 1 % P (dry basis). Components were mixed manually, the main ingredients first and micronutrients as a premix later. Blocks were shaped in 2.5 PVC molds and compressed in a piston shaped metallic device applying 0.51 kg cm²-1, and dried for two weeks at least, the first in the open and the following indoors. Afterwards, their hardness (maximum pressure) was determined through a 4411 Universal Testing Machine (Instron).

The hardness results were analyzed through the least squares method, using a linear model with fixed effects which included the general mean, the effect due to inclusion of molasses, urea and CaOH; molasses*urea, molasses*CaOH, urea*CaOH, molasses*urea*CaOH interactions and the random error [NID (0, s²)]. Analyses were performed by means of the Means and GLM routines included in the SAS statistical software⁽¹⁵⁾. When significant effects for some variable were identified, averages were compared using turkey method of analysis.

The gathered marine vegetation was made up by red algae species of the genera *Gracilaria*, *Acrosorium* and *Agardella*, brown algae of the *Sargassum* and *Eucheuma* genera and marine grass mainly belonging to the *Syringodium* and *Thalassia* genera. Physical analysis showed that the gathered material consisted of 18.4 % red algae, 3.5 % brown algae, 72.1 % marine grass and 5.7 % impurities. Results of the nutritional analysis for each component are shown in Table 2. It is a well known fact that this material shows high protein and minerals content, as reported also by other authors⁽¹⁾, who worked too on material gathered in Yucatán. It is obvious too, that its nutritional composition should depend on the proportion of each component.

Mineral content of marine vegetation components is shown in Table 3, compared to growing bovine requirements. Mg, Fe, Cu, Zn and Co content in algae is higher than the requirements of growing bovines, with the exception of Zn in red algae, sea weeds meets these requirements too, except for

Cuadro 3. Composición mineral de la vegetación marina (base seca)

Table 3. Mineral content in marine vegetation (dry basis)

	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Co (ppm)
Red algae	0.12	54.2	20.3	12.9	0.37
Brown algae	0.45	277.1	20.6	49.7	3.09
Seaweeds	0.052	327.1	36.3	83.5	2.04
Growing bovine requirements ⁽²³⁾	0.10	50	10	30	0.1

El resultado de carga máxima se analizó estadísticamente empleando el método de mínimos cuadrados, utilizando un modelo lineal de efectos fijos que incluyó la media general, el efecto de la incorporación de melaza, de urea y de CaOH, las interacciones entre melaza x urea, melaza x CaOH, urea x CaOH, melaza x urea x CaOH y el error aleatorio [NiD (0, s²)]. Los análisis se llevaron a cabo empleando el paquete estadístico SAS⁽¹⁵⁾ en sus rutinas Means y GLM. Cuando se detectaron efectos significativos en alguna variable, los promedios se compararon por medio de la prueba de Tukey.

La VM recolectada consistió en especies de algas de los géneros *Gracilaria*, *Acrosorium* y *Agardhiella* (algas rojas) y *Sargassum* y *Euclima* (algas pardas). También se recolectó pasto marino mayormente de los géneros *Syringodium* y *Thalassia*. El análisis físico de este material indicó que estaba compuesto de la siguiente forma: algas rojas 18.4 %, algas pardas 3.8 %, pasto marino 72.1 % e impurezas 5.7 %. Los resultados del análisis químico de cada componente se presentan en el Cuadro 2. Es notorio su elevado contenido en proteína y en materia mineral, similar al reportado por otros autores⁽¹⁾, quienes también trabajaron con VM recolectada en Yucatán. Es obvio que su composición química dependerá de la proporción de cada uno de sus componentes.

Los resultados del contenido de minerales de los componentes de la VM se presentan en el Cuadro 3, en donde se comparan con las necesidades de un bovino en crecimiento. Las algas tienen niveles de

Cuadro 4. Influencia de los efectos principales sobre la carga máxima (kgf) de los bloques multinutritivos*

Table 4. Influence of main effects on multinutritional block maximum pressure (kgf)*

	n	Hardness		Probability
		Avg	SD	
Molasses (%):				0.01
35	18	8.27 ^a	3.40	
37.5	17	5.61 ^b	1.59	
40	18	4.25 ^c	1.53	
Urea (%):				0.02
6	27	6.28 ^a	2.07	
9	26	5.81 ^b	3.53	
Lime (%):				0.01
5	18	6.44 ^a	3.95	
7	17	6.06 ^b	2.45	
9	18	5.66 ^c	1.89	

* Different letters in same row indicate: a-b= $P < 0.05$; a-c= $P < 0.01$. All interactions= $P > 0.05$.

Mg. Forage growing in Yucatán show marginal Cu and Zn content, being deficient in Co⁽⁸⁾. Therefore, these data confirm that marine vegetation represents a very good resource for protein and micronutrients for grazing ruminants in Yucatán. Carrillo *et al*⁽⁶⁾ in a study carried out on algae in Baja California, extol their high Ca (6.8 %) and P (0.56 %) content.

Results obtained for factors that influence MB hardness are shown in Table 4. No interaction was found between the main effects being studied. It can be observed that when molasses content increased over 35.0 % ($P < 0.01$), urea over 6.0 % ($P < 0.05$) and CaOH over 5.0 % ($P < 0.01$), hardness decreased. Other authors⁽¹⁶⁾ report that a 40% molasses content is necessary, while keeping urea and CaOH content unchanging at 5.0 and 10.0 %, respectively, for obtaining more hardness in MBs, values similar to those found in the present study. In addition, MB hardness is a function of the drying period. Less hardness was found in BMs dried for 2 wk, compared to those dried for 30 and 45 d. The same results were seen in the

Mg, Fe, Cu, Zn y Co, superiores a las necesidades de los bovinos (excepto el contenido de Zn en las algas rojas). El pasto marino, también satisface las necesidades del animal, excepto para el Mg. Se ha documentado que los forrajes que crecen en Yucatán, tienen contenidos marginales de Cu y Zn, estando el Co en un nivel deficitario⁽⁸⁾. Por lo tanto, estos datos dejan en claro que, la vegetación marina representa un buen recurso tanto proteínico, como de microminerales para ser aportado en la alimentación de rumiantes en pastoreo en Yucatán. Por su parte, Carrillo *et al*⁽⁶⁾, trabajando con algas de Baja California Sur, ponderaron su alto contenido de Ca (6.8 %) y P (0.56 %).

Los resultados del efecto de los factores estudiados sobre la carga máxima de los BM se presentan en el Cuadro 4. No se encontró interacción entre los efectos principales estudiados. Se observa que mientras se incrementó la melaza arriba del 35 % ($P < 0.01$), la urea arriba del 6 % ($P < 0.05$), o el CaOH mas allá del 5 % ($P < 0.01$), se redujo la carga máxima de los bloques. Otros autores⁽¹⁶⁾, han encontrado que es necesario utilizar un nivel de melaza del 40 % manteniendo la urea y el CaOH fijos al 5 y 10 % respectivamente, para lograr una mayor dureza en los BM, valores similares a los encontrados en este trabajo. La dureza de un BM también está dada en función de su tiempo de secado. Se ha encontrado⁽¹⁷⁾ menor dureza en BM con un tiempo de secado de 15 días, en comparación con aquéllos que tuvieron 30 ó 45 días. Lo mismo fue observado en nuestro caso con cinco BM tomados a azar y secados durante 30 días adicionales. La dureza se incrementó en 5.0 ± 2.9 kgf; por lo tanto, al incrementar el tiempo de secado, se podría aumentar la dureza de los tratamientos aquí descritos. Paralelamente otros autores encontraron⁽¹⁸⁾ que un tiempo de secado mayor a 15 días no incrementaba la digestibilidad del BM.

La dureza es el parámetro que probablemente más influye sobre el consumo de los BM y un incremento exagerado está asociado a una disminución del consumo. En el Cuadro 5 se presentan los resultados de dureza de cada uno de los tratamientos estudiados, comparados con un

present study en MBs chosen at random and left to dry for 30 d more. Hardness increased 5.0 ± 2.9 kgf, therefore, hardness could be increased by lengthening the drying period. In parallel, other authors⁽¹⁸⁾ found that a drying period of more than 15 d did not increase MB digestibility.

Hardness most probably is the parameter which most influences intake, and a very sharp increase is usually associated to a MB intake decrease. In Table 5, hardness results for each treatment are shown, compared to blocks bought at a local store (n=3) which were used as control. In general, greater hardness was found in the first six treatments, which were those with less urea content.

Cuadro 5. Carga máxima (kgf) de los bloques multinutritivos experimentales

Table 5. Maximum pressure (kgf) in experimental multinutritional blocks

Block number	Maximum pressure	
	Avg	SD
1	7.26 ^b	0.41
2	10.31 ^a	1.47
3	4.20 ^c	0.18
4	14.20 ^a	0.56
5	6.35 ^b	1.70
6	7.31 ^b	0.62
7	3.99 ^c	3.46
8	5.89 ^b	0.45
9	8.30 ^b	0.63
10	5.58 ^b	0.11
11	5.75 ^b	1.07
12	4.19 ^c	0.64
13	5.49 ^b	0.85
14	4.70 ^c	0.19
15	6.40 ^b	0.61
16	2.14 ^c	0.14
17	3.24 ^c	0.36
18	3.53 ^c	0.23
Control block*	15.05	0.55

* Purina® Superblock

Different letters in same row indicate: a-b= $P < 0.05$; a-c= $P < 0.01$.

BM adquirido en el comercio local (n=3) el cual se utilizó como Testigo. En general, la mayor dureza se observó en los seis primeros tratamientos que tenían el menor porcentaje de incorporación de melaza. Entre ellos, el que más se acercó a la dureza del bloque testigo fue el BM identificado con el número 4. El mayor porcentaje de incorporación de melaza (bloques 13 al 18) propició una notoria menor dureza en comparación con el testigo.

La dureza de un BM puede incrementarse con la incorporación de cemento Portland en un 10%⁽¹⁹⁾ de la fórmula, sin embargo esta medida está contraindicada, ya que es posible que la presencia de metales pesados en este producto, propicie su acumulación en los animales que los consumen. Uno de los más frecuentes y peligrosos es el plomo.

Con relación a la presencia de urea, otros autores han reportado que niveles mayores a un 5 % propician una disminución en la velocidad de crecimiento de novillos, asociada a una disminución del consumo de BM⁽²⁰⁾. Posiblemente esté asociado a la disminución de la palatabilidad del BM atribuible al mal sabor de la urea.

En el Cuadro 6 se presenta, a manera de ejemplo, el análisis de minerales del BM #4, así como el bloque Testigo. Ambos resultaron con contenidos mayores que la cantidad requerida por un bovino en crecimiento.

Otros autores han encontrado beneficios adicionales al empleo de algas para alimentación animal, ya sea solas o incorporadas en BM. En efecto, la inclusión de extractos de *Ascophyllum nodosum* aparentemente aporta una acción antioxidante a los animales que los consumen⁽²¹⁾. Al incluir algas en la elaboración de BM para bovinos, también se ha observado incremento en la digestibilidad de la materia orgánica y de la proteína cruda de los forrajes de mala calidad que integran la dieta⁽²²⁾. Estos efectos podrían presentarse en las algas que arriban a la costa yucateca y sería recomendable estudiarlos.

El principal inconveniente para el empleo de la VM, es su cosecha, ya que el material depositado

Greater urea content (blocks 13 to 18) propitiates an evident lower hardness compared to control.

MB hardness can be increased through the inclusion of 10 % Portland cement⁽¹⁹⁾ in the mixture. However, this practice is inadvisable, due to the presence of heavy metals in this product, fostering their bio-accumulation in animals, being Pb one of the most common and dangerous.

Relative to the presence of urea, other authors report that levels over 5.0 % favor a lower growth rate in steers, associated to a lower MB⁽²⁰⁾ intake. Possibly this can be attributed to a decrease in palatability due to the bad taste of urea. As an example, minerals content in both Block #4 and Control block are shown in Table 6. In both cases, contents are above growing bovine requirements.

Other authors report additional benefits in the use of algae as animal feed, either alone or included in MB. Inclusion of *Ascophyllum nodosum* extract apparently contributes an antioxidant action to animals fed with it⁽²¹⁾. When algae is added to multinutritional blocks fed to bovines, an increase in organic matter and crude protein digestibility in bad quality forages included in diets was observed⁽²²⁾. These effects could turn up in algae arriving at the Yucatán coast, and its study would be advisable.

The main inconvenience for using MBs, is the marine vegetation harvest, as material accumulated

Cuadro 6. Composición mineral comparativa entre el bloque # 4 y un bloque comercial (base seca)

Table 6. Comparison between mineral content in experimental Block # 4 and in a control block (dry basis)

	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Co (ppm)
Block # 4	0.41	307	27	95.7	1.9
Control block (Purina® Superblock)	0.26	385	129	29.9	7.9
Growing bovine requirements ⁽²³⁾	0.10	50	10	30	0.1

en la playa debe ser retirado poco después de la finalización de un “norte; de no hacerlo se corre el riesgo de que la marea lo lleve nuevamente, mar adentro. En estas circunstancias, la cosecha se dificulta por el mal tiempo aún prevalente. Otro serio escollo es la gran contaminación por arena, lo cual requiere de mucho esfuerzo para lavar con agua dulce. Es necesario desarrollar procesos de ingeniería para superar estos problemas.

Con base en los resultados anteriores se concluyó que es factible el empleo de vegetación marina como fuente de proteína y minerales en la elaboración de bloques multinutritivos para rumiantes. Los bloques que mostraron la mayor dureza fueron aquéllos elaborados con 9.5 % de vegetación marina, 35 % de melaza, 9 % de urea y 5 % de cal. Es necesario superar las dificultades de su cosecha y limpieza en forma manual, mediante el diseño de equipos mecánicos específicos para esta labor.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce el apoyo financiero recibido por la Fundación Produce Yucatán A.C. mediante el proyecto “Generación de complementos alimenticios mineralizado y proteico para animales en sus diferentes etapas de crecimiento” con clave 31-2006-1101.

LITERATURA CITADA

1. Peraza MG. Estudio de la etapa de tratamiento ácido en el proceso de obtención de alginato de sodio a partir de sargazo [Tesis licenciatura]. Mérida, Yuc.; Universidad Autónoma de Yucatán; 1997.
2. Diem Hong Dang, Thi Minh Hien Hoang. Nutritional analysis of Vietnamese seaweeds for food and medicine. *J Anim Physiol & Anim Nutr* 2004;22(1):323-325.
3. Robledo RD, Freile PY. Informe final del Proyecto B077: Conocimiento de la macroflora marina de interés económico de las Costas de Yucatán. CINVESTAV- Mérida y Laboratorio de Ficología. Mérida, Yuc. 1996.
4. Possenti RA, Braun G, Caielli EL. Estudio de algas marinhas como complemento de racao animal. *Zootecnia (Sao Paulo)* 1993;31(2):69-71.
5. He ML, Hollowich W, Rambeck WA. Supplementation of algae to the diet of pigs: a new possibility to improve iodine content in meat. *J Anim Physiol & Anim Nutr* 2002;86:97-104.
6. Carrillo DS, Casas VM, Ramos RF, Pérez GF, Sánchez RI. Algas marinas de Baja California Sur, México: Valor Nutritional. *Arch. Latinoamer Nutr* 2002;52(4). [on line]: <http://www.alanrevista.org/ediciones/2002-4/>. Accessed Jul 2, 2008.
7. Vázquez EA, Vázquez ME. Importancia de las algas y determinación de siete minerales en especies de las costas de Yucatán [Tesis licenciatura]. Mérida, Yuc; Universidad Autónoma de Yucatán; 1993.
8. Bores QR, Castellanos RA. Importancia de los minerales en la alimentación de los rumiantes en Yucatán. *Publicación Técnica. Inst. Nal. de Invest. Agric. Forestales y Pecuarias-CONACyT-SISIERRA.* Mérida, Yuc. 2003.

in beaches must be gathered soon after the end of a “norte,” as tides can carry it back to sea. In these circumstances, harvest of marine vegetation can be tricky due to prevailing bad weather. Another serious nuisance is the presence of sand, which must be rinsed off at great exertion with running fresh water. Engineering processes for simplifying these activities should be developed.

Based on the results shown before it can be concluded that using marine vegetation as a source of minerals and protein for multinutritional block production is feasible. Blocks showing greater hardness were those made with 9.5 % marine vegetation, 35.0 % molasses, 9.0 % urea and 5.0 % lime. Difficulties at harvest time and manually cleaning marine vegetation should be overcome by developing specific mechanical equipment.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank most especially Fundación Produce Yucatán A.C. for funding this study through project 31-20061101 “Generación de complementos alimenticios mineralizados y proteicos para animales en sus distintas etapas de crecimiento” (Production of mineral and protein feed complements for animals in different growth stages).

End of english version

VEGETACIÓN MARINA EN LA ELABORACIÓN DE BLOQUES MULTINUTRITIVOS

9. Preston T, Leng R. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles. Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque de la nutrición de rumiantes en el trópico. 2a ed. Condit. Cali, Col. 1998.
10. Araque CA, Escalona M. Una nota sobre el uso de los bloques multinutricionales en ganado de ceba. *Zootecnia Trop* 1995;13(1):87-94.
11. Amaro GR. Elaboración artesanal y uso de bloques multinutricionales de melaza como suplemento alimenticio para ovinos. *Tecnologías para Ovinocultores. Sistema Producto Ovinos*. Ed. Programa de Apoyo a las Organizaciones de Productores Sociales Agropecuarios y Pesqueros. SAGARPA. México DF. 2008.
12. Ortiz RB, Ticante V, Tapia MC. Bloques activadores del rumen (BAR's) una alternativa más para la época de sequía. *Uuy u T'aan* 2007;3(1)6-7.
13. Tejada de HI. Análisis de insumos usados en alimentación animal. México DF: Ed. Sistema de Educación Continua; 1988.
14. Fick KR, Mc Dowell LR, Miles PH, Wilkinson MS, Kunk JD, Conrad JH. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. Gainesville. Departamento de Ciencia Animal. Universidad de Florida. Gainesville, Fla. USA. 1979.
15. SAS. SAS/STAT User's Guide (Release 6.0). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 1990.
16. Pulgar-Lugo I, Acosta H, Araujo-Febles O. Influencia de la concentración de melaza, del tiempo y de las condiciones de almacenamiento sobre la dureza de bloques multinutritivos. *Arch Latinoamericanos Prod Anim* 1997;5(Suppl 1):214-216.
17. Araujo-Febles O, Graterol M, Zabala E, Romero M, Pirela G, Pietrosemoli S. Influencia del tiempo, las condiciones de almacenamiento y la concentración de cal sobre la dureza de los bloques multinutricionales. *Rev Fac Agron (LUZ)* 1997;14:427-431.
18. Araujo-Febles O, Vergara López J, Ortega A, Lachmann M. Influencia del tiempo de almacenamiento de los bloques multinutricionales sobre el consumo y la digestibilidad del heno en corderos. *Arch Latinoamericanos Prod Anim* 2001;9(2):104-107.
19. Sánchez C, García M. Comparación de características productivas de caprinos con suplementación de bloques multinutricionales. *Zoot Trop* 2001;19(3):393-405.
20. Araquey CA, Cortes R. Evaluación del efecto de diferentes niveles de urea en bloques multinutricionales sobre el consumo de los bloques y ganancia de peso en mautes. *Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia*. 1998;15(2):180-187.
21. Allen VG, Pond KR, Saker KE, Fontenot JP, Bagley CP, Ivy LR, et al. Tasco: Influence of a brown seaweed on antioxidants in forages and livestock-A review. *J Anim Sci* 2001;79:E21-E31.
22. Leupp JL, Caton JS, Soto-Navarro SA, Lardy GP. Effects of cooked molasses blocks and fermentation extract or brown seaweed meal inclusion on intake, digestion, and microbial efficiency in steers fed low-quality hay. *J Anim Sci* 2005;83:2938-2945.
23. NRC. National Research Council. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Seventh revised edition. Washington, DC. USA: National Academy Press; 1996.