

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE BORREGAS EN
ENGORDA SUPLEMENTADAS CON MONENSINA Y/O
VITAMINAS DEL COMPLEJO B**

**José Eduardo García Martínez, Servando Ramírez Alvarado, Juan
David Hernández Bustamante, Regino Morones Reza**

**Departamento de Nutrición y Alimentos, UAAAN.
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 25315**

RESUMEN

Durante un período de 56 días, dividido en dos etapas de 28 (c/u), se midió el consumo de materia seca, los incrementos de peso diario y la conversión alimenticia en 16 borregas Rambouillet alimentadas *ad libitum*, con el objeto de: a) evaluar el comportamiento productivo al suplementar la dieta con monensina sódica y/o vitaminas del complejo B; b) determinar asimismo la factibilidad de usar dicho complejo B en sustitución de la monensina sódica y c) demostrar que su adición es necesaria en la dieta de rumiantes. El uso de las vitaminas no influyó ($P > .05$) sobre el consumo de alimento en ninguna de las dos etapas de alimentación, esta variable se vio afectada por la monensina sódica ($P < .05$) durante la segunda etapa, con un incremento en el consumo de 11%. Los incrementos de peso fueron mayores ($P < .05$) con el uso de la monensina, de vitaminas del complejo B o de ambas, comparados con el tratamiento testigo en 75 g d^{-1} , 51 g d^{-1} , y 41 g d^{-1} respectivamente. Se mejoró la conversión alimenticia ($P < .05$) en un 33.5% con el uso de la monensina, en un 26.8% cuando sólo se usaron vitaminas del complejo B, y en un 21.6%, cuando los dos productos se utilizaron simultáneamente.

Palabras clave: monensina, vitaminas del complejo B, rumiantes, borregas, engorda.

ABSTRACT

During a 56 day period, which was divided into two 28 day stages, the dry matter intake, the daily gain, and the feed efficiency were measured on 16 female sheep fed *ad libitum*. Three aims were taken into consideration; a) to evaluate the productive behavior of feedlot sheep when adding the sodic monensin and/or vitamins of B complex to the diet; b) to determine the factibility of using vitamins of B complex instead of sodic monensin, and c) to show that the addition of these vitamins into the ruminant diet is necessary. During the two feeding stages, the use of vitamins did not have the influence ($P > .05$) on the dry matter intake. This variable was affected by the sodic monensin ($P < .05$) during the second stage, with an 11% increment of the feed consumption. The daily gain was bigger ($P < .05$) because of the use of monensin, vitamins of B complex or both, as compared to control by 75 g d^{-1} , 51 g d^{-1} and 41 g d^{-1} respectively. The feed efficiency was improved ($P < .05$) by 25% with the use of monensin, 26.8 % when vitamins of B complex were added and 21.6% when both products were used simultaneously.

Key Words: monensin, vitamins of B complex, ruminants, sheep, feedlot.

INTRODUCCIÓN

En rumiantes, la energía requerida para llevar a cabo sus funciones de mantenimiento y producción se obtiene en su mayor parte de los ácidos grasos

volátiles, principales productos finales de la fermentación llevada a cabo por los microorganismos del rumen. Pero además de dichos ácidos, las fermentaciones anaeróbicas que tienen lugar en el rumen, producen una cantidad excesiva de gases: el dióxido de carbono, el metano, el nitrógeno y cantidades traza de oxígeno e hidrógeno (Church y Pond, 1987).

El metano, de equivalente calórico elevado, producto de las fermentaciones anaeróbicas por medio de las cuales el organismo elimina el exceso de hidrógeno, representa una pérdida directa de energía en el animal. Esta pérdida energética es importante y significativa, y, dependiendo del tipo de dieta, se puede perder más del 10% de la energía bruta consumida (Van Nevel y Demeyer, 1988).

Han surgido investigaciones dedicadas a la manipulación de la fermentación del rumen con el propósito de mejorar la productividad del rumiante, mediante una intervención directa a nivel microbiano, donde se altera el patrón de fermentación a través de la acción de ciertos compuestos químicos sobre los microbios (Van Nevel y Demeyer, 1988).

La metanogénesis es un proceso que puede ser fácilmente inhibido por muchos productos químicos, lo que provoca simultáneamente un incremento en la cantidad de ácido propiónico, y en algunos casos, de ácido butírico. Esto ocurre debido a la relación inversa existente entre la formación de productos gaseosos y productos ácidos (Wolin, 1960).

Así, la monensina es un antibiótico ionóforo cuyo efecto principal dentro del rumen es alterar la proporción de ácidos grasos volátiles producidos

(Schelling, 1984; Richardson, *et al.*, 1976; Prange *et al.*, 1978), al mismo tiempo que provocar una disminución de la producción de metano (Bartley *et al.*, 1979). Este antibiótico ha demostrado, en trabajos de investigación, que mejora el rendimiento tanto en bovinos (Raun *et al.*, 1976; Gill *et al.*, 1976; Potter *et al.*, 1976; Goodrich *et al.*, 1984), como en ovinos (Joyner *et al.*, 1979), al obtener mayores aumentos de peso y disminuir el consumo de alimento, de lo que resulta una mayor eficiencia alimenticia (Van Nevel y Demeyer, 1988).

Algunos investigadores (Bartley *et al.*, 1979) sugieren la posibilidad de que existe un efecto positivo, en cuanto a eficiencia alimenticia, con la suplementación de monensina en combinación con vitaminas hidrosolubles, debido a que éstas tienen una intervención directa en el metabolismo energético del animal y en los microbios presentes en el rumen, que actúan como catalizadores metabólicos, generalmente como coenzimas.

Se sabe que después de que el animal joven desarrolla la fermentación ruminal éste no tiene ningún requerimiento dietético para las vitaminas del complejo B o la vitamina K, debido a que los microorganismos del rumen sintetizan todas estas vitaminas (Bryant, 1970). Sin embargo, a pesar de que se ha establecido que el rumiante puede desarrollar todas sus actividades productivas a partir del suministro de vitaminas del complejo B que obtiene de la síntesis llevada a cabo por los microorganismos del rumen, Mizwicki *et al.*, (1975), Overfield y Hatfield (1976), y Schaetzel y Johnson (1981), señalan que al suplementar tanto a novillos como a corderos algunas vitaminas del complejo B,

obtienen resultados positivos en cuanto a ganancia de peso diaria y eficiencia alimenticia.

Por lo anterior, el objetivo general del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de borregas en engorda, al suplementar la dieta con monensina sódica y/o vitaminas del complejo B. Como objetivos particulares, determinar la factibilidad de usar vitaminas del complejo B en sustitución de la monensina sódica y demostrar que su adición es necesaria en la dieta de rumiantes.

Hipótesis argumentadas: 1) La adición de vitaminas del complejo B en la dieta del rumiante mejora la fermentación ruminal, al mejorar el aprovechamiento de los ingredientes alimenticios por parte de los microorganismos, de tal forma que se incrementa la eficiencia en la utilización de la energía, y 2) El uso de vitaminas del complejo B más monensina sódica en dietas para rumiantes, tiene un efecto asociativo que mejora su comportamiento productivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales Utilizados

Se alimentaron *ad libitum* dieciséis borregas Ramboullet, con un peso inicial promedio de 29.75 kg ($S = 2.7$), de nueve meses de edad,

aproximadamente, previamente pesadas, identificadas, vitaminadas (A, D y E), desparasitadas (interna y externamente) y colocadas en corraletas individuales durante un período de 56 días, que inició el 21 de diciembre de 1995 y finalizó el 15 de febrero de 1996. Previamente los animales fueron adaptados paulatinamente a la dieta, durante 15 días.

Variables Estudiadas

Las variables consideradas relevantes para el presente estudio fueron: a) el consumo diario, estimado mediante la diferencia resultante de pesar la cantidad ofrecida y rechazada de alimento; b) la ganancia de peso, para lo cual se pesaron los animales cada 28 días, para así registrar un peso inicial, uno intermedio y el final; y c) la conversión alimenticia, calculada como una relación del consumo de alimento por unidad de peso vivo, incrementado para cada una de las etapas (dos etapas de 28 días cada una) y para el período total de alimentación (56 días).

Tratamientos y Análisis Estadísticos de los Resultados

El diseño de tratamientos fue un factorial 2x2. Correspondió el factor A a la mezcla de vitaminas del complejo B (Cuadro 1), y el factor B a la monensina

sódica con niveles de cero y 214 ppm para el primero, y cero y 20 ppm para el segundo, de tal manera que se trabajó con cuatro tratamientos (producto del arreglo factorial), con cuatro repeticiones cada uno.

Cuadro 1. Mezcla de vitaminas del complejo B adicionada a la dieta de borregas en engorda.

Vitaminas	Porcentaje en Mezcla
Tiamina	3.5
Riboflavina	11.7
Piridoxina	4.7
Cianocobalamina	4.7
D-Pantotenato de Calcio	28.6
Nicotinamida	46.8

Dada la variación de los pesos iniciales de los animales, se procedió a dividir en bloques, por este concepto. Posterior a esto, la asignación de los tratamientos a las unidades experimentales, dentro de cada bloque, fue hecha de una manera aleatoria por lo que el análisis de los resultados se realizó de acuerdo con un experimento factorial 2x2 en diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones.

Debido a que, por efectos ajenos a los tratamientos, se perdieron dos unidades experimentales (de diferente tratamiento), de tal manera que fue necesario estimar sus resultados mediante el método de Yates (Steel y Torrie, 1986), antes de iniciar el análisis de los datos.

Análisis de Ingredientes

Para hacer una formulación más confiable a cada uno de los ingredientes empleados, se les realizó el análisis proximal con la metodología de AOAC (1980). Con los datos así obtenidos, se procedió a la formulación de la dieta (Cuadro 2) en base a los requerimientos establecidos por el NRC (1985).

Cuadro 2. Composición de la dieta a la cual se adicionó monensina sódica y/o vitamina del complejo B.

Ingredientes	Por ciento en la dieta
Heno de alfalfa	35.64
Grano de sorgo molido	45.05
Harinolina	3.64
Salvado de trigo	15.11
Sal común (NaCl)	0.46
Minerales traza (premezcla) ¹	0.10
Análisis	Proximal
Materia seca	92.78
Proteína cruda	16.75
Fibra cruda	13.40
Extracto etéreo	3.61
Cenizas	5.88
Extracto libre de nitrógeno	60.36

¹ Producto comercial para bovinos que contiene: Magnesio 40.00 g, Manganeso 50.00 g, Zinc 50.00g, Hierro 50.00 g, Cobre 10.00 g, Yodo 0.55 g, Selenio 0.15 g, Cobalto 0.20g, Excipiente c.b.p. 1000.00 g.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La respuesta productiva de las borregas en engorda, al adicionar vitaminas del complejo B en su dieta, dependió del nivel en que se suministró la monensina sódica y viceversa. De tal manera que el comportamiento de todas las variables estudiadas fue muy similar, a excepción de la de consumo de materia seca, variable para la cual no existió una interacción significativa de los dos factores y sólo se vio afectada por el uso de la monensina sódica (significancia para el efecto principal). Así, se incrementó el consumo de materia seca, gracias a la adición del producto.

Es precisamente el comportamiento detectado en este experimento de consumo de materia seca (Cuadro 3), el que está en desacuerdo con resultados obtenidos por investigadores que han probado el efecto de la monensina sódica sobre el consumo de alimento, pues la mayoría reporta una disminución en el consumo por parte de los animales que recibieron el producto en su dieta.

Cuadro 3. Consumo diario promedio para cada etapa y el período total de alimentación (kg de materia seca/día) registrado por borregas de engorda con suplementos a diferentes niveles de monensina sódica y vitaminas del complejo B.

Primera Etapa de Alimentación (28 días)	Vitaminas B (ppm)	Monensina Sódica (ppm)		
		0	20	Media
	0	1.140	1.085	1.113
	214	1.073	1.070	1.071
	Media	1.106	1.077	1.092
Segunda Etapa de Alimentación (28 días)	Vitaminas B (ppm)	Monensina Sódica (ppm)		
		0	20	Media
	0	1.012	1.175	1.094
	214	1.123	1.797	1.160
	Media	1.068	1.186	1.127
Período Total de Alimentación (56 días)	Vitaminas B (ppm)	Monensina Sódica (ppm)		
		0	20	Media
	0	1.087	1.130	1.109
	214	1.095	1.128	1.111
	Media	1.091	1.124	1.110

Al respecto, Joyner *et al.* (1979) reportan una disminución que va desde un dos a un 18% en borregos suplementados a diferentes niveles de monensina sódica. En este mismo sentido Calhoum *et al.* (1979) establecen que, en borregos en engorda, el consumo de alimento disminuye a razón de 0.047 kg por día, por cada 10 ppm de materia seca que se incremente el ionóforo en la dieta.

En bovinos de engorda se reportan también disminuciones en el consumo que van desde 3.5 hasta un 14%, a medida que se incrementa la dosificación del producto (Gill *et al.*, 1979; Raun *et al.*, 1976).

Sin embargo, Nockels *et al.* (1978) no encuentran una disminución en el consumo de alimento al suplementar monensina sódica a diferentes niveles en la dieta de borregos en engorda, sino lo contrario. Y aunque el incremento en el consumo no es significativo, registran una diferencia hasta de 60 g de materia seca por día entre los animales testigos y los tratados con el ionóforo.

Respecto al incremento de peso (Cuadro 4) y a la conversión alimenticia (Cuadro 5), la interacción es significativa, es decir, los factores no son independientes entre sí; los efectos simples de la mezcla de vitaminas del complejo B difieren, y la magnitud de dichos efectos depende del nivel del otro factor del término de la interacción, que en este caso es la monensina sódica, de lo que resulta una diferencia en la dirección de la respuesta.

Cuadro 4. Incrementos de peso diario promedio por borregos en engorda, (kg) en cada una de las etapas y durante el período total de alimentación, suplementadas a diferentes niveles de monensina sódica y vitaminas del complejo B.

Primera Etapa de Alimentación (28 días)	Vitamina B (ppm)	Monensina Sódica (ppm)		
		0	20	Media
	0	0.139 ^a	0.198 ^a	0.168
	214	0.165 ^a	0.168 ^a	0.166
	Media	0.152	0.183	0.167
Segunda Etapa de Alimentación (28 días)	Vitamina B (ppm)	Monensina Sódica (ppm)		
		0	20	Media
	0	0.122 ^b	0.211 ^a	0.167
	214	0.198 ^a	0.174 ^{ab}	0.186
	Media	0.160	0.193	0.176
Período Total de Alimentación (56 días)	Vitamina B (ppm)	Monensina Sódica (ppm)		
		0	20	Media
	0	0.130 ^b	0.205 ^a	0.168
	214	0.181 ^{ab}	0.171 ^{ab}	0.176
	Media	0.156	0.188	0.172

a y b representan el orden de calidad de los tratamientos.

Cuadro 5. Conversión Alimenticia (kg M.S./kg de incremento), para cada una de las etapas y el período total de alimentación, registrada por borregas en engorda suplementadas a diferentes niveles de monensina sódica y vitaminas del complejo B.

Primera Etapa de Alimentación (28 días)	Vitamina B (ppm)	Monensina Sódica (ppm)		
		0	20	Media
	0	8.983 _a	5.570 _a	7.276
	214	6.757 _a	6.790 _a	6.774
	Media	7.870	6.180	7.025
Segunda Etapa de Alimentación (28 días)	Vitamina B (ppm)	Monensina Sódica (ppm)		
		0	20	Media
	0	9.170 _a	5.897 _a	7.534
	214	5.885 _a	6.608 _a	6.246
	Media	7.527	6.252	6.890
Período Total de Alimentación (56 días)	Vitamina B (ppm)	Monensina Sódica (ppm)		
		0	20	Media
	0	8.495 _b	5.643 _a	7.069
	214	6.215 _a	6.660 _{ab}	6.437
	Media	7.355	6.151	6.753

a y b representan el orden de calidad de los tratamientos.

Así, el incremento de peso diario promedio y la conversión alimenticia (todo el período de alimentación) resultan mejores cuando se adiciona a la dieta monensina sódica, vitaminas del complejo B o ambas, en comparación con el tratamiento testigo.

En el primero de los casos (cuando se adiciona a la dieta monensina sódica), el incremento de peso diario promedio va de 130 g d^{-1} (testigo) a 205 g d^{-1} (con monensina), y la conversión alimenticia se mejora de 8.49 a 5.64 kilogramos de materia seca por kg de peso vivo incrementado, lo que representa una diferencia de 75 g y 2.85 kg de materia seca, respectivamente. Situación que es congruente con lo ya publicado por Potter *et al.* (1976) y Nockels *et al.* (1978) en el sentido de que la monensina sódica incrementa la ganancia de peso y mejora la conversión alimenticia de los animales tratados.

Al respecto, Raun *et al.* (1976), Gill *et al.* (1976) y Joyner *et al.* (1979) concluyen que la monensina sódica no influye de una manera significativa sobre el incremento de peso en los animales, atribuyendo más bien las bondades del producto a la mejora de la conversión alimenticia que presentan los animales como consecuencia de la disminución en el consumo de alimento y que los investigadores detectan en sus experimentos.

Para el segundo caso (uso de vitaminas del complejo B), el incremento en la ganancia de peso diario va de 130 g d^{-1} (para el testigo) a 181 g d^{-1} (cuando se usan las vitaminas). Es decir, se tiene una diferencia de 51 g d^{-1} y la conversión alimenticia se mejora, pues se reduce la cantidad de kilogramos de materia seca necesarios para producir un kilogramo de peso vivo, de 8.495 kg para el testigo a

6.215 kg cuando se usan vitaminas; esto representa una diferencia de 2.28 kg que, al igual que la diferencia observada para la variable incremento de peso diario, estadísticamente es significativa. Lo anterior contrasta con lo concluido por Zinn *et al.* (1987) y Cole *et al.* (1979, 1982) quienes no encontraron respuesta productiva benéfica al adicionar vitaminas del complejo B a la dieta de becerros recién destetados, pero es congruente con los resultados de Lee *et al.* (1985) acerca de una mejor ganancia de peso, para el caso de becerros, al utilizar una mezcla de vitaminas. Shields *et al.* (1981), Shields y Perry (1981) y Mizwicki *et al.* (1975) encuentran también una mejor respuesta productiva, pero a diferencia de este caso, ellos trabajan únicamente con niacina y no con una mezcla de vitaminas.

Como ya se mencionó, el uso simultáneo de los dos productos (vitamina B más monensina) provoca, en comparación con el testigo, una mejora de la ganancia de peso y de la conversión alimenticia, que no difiere de la provocada por el uso separado de ambos, de tal manera que, las diferencias entre este tratamiento y el testigo, para la ganancia de peso y la conversión alimenticia son de 40 g y 1.835 kg de materia seca por kg de peso vivo incrementado, respectivamente. Diferencias que, comparadas con las ya mencionadas en párrafos anteriores, cuando la mezcla de vitaminas y la monensina sódica son adicionadas a la dieta por separado, no son estadísticamente desiguales ($P > .05$).

CONCLUSIONES

La adición a la dieta, ya sea de monensina sódica, vitaminas del complejo B o ambas, propicia una mejora en el comportamiento productivo (incrementos de peso y conversión alimenticia) de borregos alimentados con una dieta alta en concentrado.

El beneficio obtenido, en cuanto al comportamiento productivo se refiere, al adicionar una mezcla de vitaminas del complejo B (con las características de la mezcla utilizada en este trabajo) a la dieta de borregos en engorda, es equiparable al de agregar monensina sódica.

El hecho de adicionar simultáneamente monensina sódica y vitaminas del complejo B a la dieta de borregos en engorda, no tiene como efecto una interacción que mejore el comportamiento productivo de los animales a niveles mayores con el uso por separado de estos productos.

LITERATURA CITADA

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1980. Official Methods of Analysis. 13th Ed. Washington D.C.

- Bartley, E.E., E.L. Herod, R.M. Bechtle, D.A. Sapienza and B.E. Brent. 1979. Effect of monensin or lasalocid with and without niacin or ampicloral on rumen fermentation and feed efficiency. J. Anim. Sci. 49:1066.
- Bryant, M.P. 1970. Microbiología del rumen. En: Dukes, H.H. y M. J. Swenson. Fisiología de los animales domésticos. Tomo I. 4a Edición. Ed. Aguilar. México.
- Calhoun, M.C., L.H. Carroll, C.W. Livingston, and M. Shelton. 1979. Effect of dietary monensin on coccidial oocyst numbers, feedlot performance and carcass characteristics of lambs. J. Anim. Sci. 49:10.
- Church, D.C. y W.G. Pond. 1987. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Ed. Limusa. México.
- Cole, N.A., J.B. McLaren and M.R. Irwin. 1979. Influence of pretransit feeding regime and posttransit B-vitamin supplementation on stressed feeder steers. J. Anim. Sci. 49:310.
- Cole, N.A., J.B. McLaren and D.P. Hutcheson. 1982. Influence of preweaning and B-vitamin supplementation of the feedlot receiving diet on calves subjected to marketing and transit stress. Ibid. 54:911.
- Gill, D.R., J.R. Martin, and R. Lake. 1976. High, medium and low corn silage diets with and without monensin for feedlot steers. Ibid. 43:363.

- Goodrich, R.D., J.E. Garriet, D.R. Gast. M.A. Kirick, D.A. Larson, and J.C. Meiske. 1984. Influence of monensin on the performance of the cattle. Ibid. 58:1484.
- Joyner, A. E., L.J. Brown, T.J. Fogg, and R.T. Rossi. 1979. Effect of monensin on growth, feed efficiency and energy metabolism of lambs. Ibid. 48:1065.
- Lee, R.W., R.L. Stuart, K.R. Perryman and K.W. Ridenour. 1985. Effects of vitamin supplementation on the performance of stressed beef calves. Ibid. 61 (Suppl. 1):425.
- Mizwicki, K.L., F.N. Owens, H.R. Isaccson, and B. Shockey. 1975. Supplemental dietary niacin for lambs. Ibid. 41:411.
- Nockels, C.F., D.W. Jackson and B.W. Berry. 1978. Optimum level of monensin for fattening lambs. Ibid. 47:788.
- National Research Council (NRC). 1985. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Sheep. Sixth Revised Ed. National Academy of Sciences. Washington D.C.
- Overfield, J.R. and E.E. Hatfield. 1976. Dietary niacin for steers fed with high grain diets. J. Anim. Sci. 43:329.
- Potter, E.L., C.O. Cooley, L.F. Richardson, L.P. Raun, and R.P. Rathmacher. 1976. Effect of monensin on performance of cattle fed forage. Ibid. 43:665.

- Prange, R.W., C.L. Davis, and J.H. Clark. 1978. Propionate production in the rumen of Holstein steers fed either a control or monensin supplemented diet. *Ibid.* 46:1120.
- Raun, A.P., C.O. Cooley, E.L. Potter., R.O. Rathmacher, and L.F. Richardson. 1976. Effect of monensin on feed efficiency of feedlot cattle. *Ibid.* 43:670.
- Richardson, L.F. A.P. Raun, E.L. Potter, C.O. Cooley, and R.P. Rathmacher. 1976. Effect of monensin on rumen fermentation *in vitro* and *in vivo*. *Ibid.* 43:657.
- Schaetzel, W.P. and D.E. Johnson. 1981. Nicotinic acid and dilution rate effects on *in vitro* fermentation efficiency. *Ibid.* 53:1104.
- Schelling, G.T. 1984. Monensin mode of action in the rumen. *J. Ibid.* 58:1518.
- Shields, D.R., and T.W. Perry. 1981. Effect of supplementation of niacin on protein digestion in growing and finishing lambs. *Purdue Agr. Exp. Sta. Sheep Day Rep.*, April 11. pp 3-5.
- Shields, D.R., T.W. Perry and D.M. Schaefer. 1981. Niacin supplementation in lamb diets during adaptation to urea. *Ibid.* pp 7-10.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1986, Bioestadística, principios y procedimientos 2a Ed. McGraw-Hill. México.
- Van Nevel, C.J. and D.I. Demeyer. 1988. Manipulation of rumen fermentation. En: Hobson, P.N. *The Rumen Microbial Ecosystem.*

Elsevier Science Publishers. Elsevier Applied Science, London, and New York.

Wolin, M.J. 1960. A theoretical rumen fermentation balance. J. Dairy Sci. 43: 1452.

Zinn, R.A., F.N. Owens, R.L. Stuart, J.R. Dunbar and B.B. Norman. 1987. B-vitamin supplementation of diets for feedlot calves. J. Anim. Sci. 65:267.