

# ALIMENTACIÓN Y SUPLEMENTACIÓN MINERAL

Ph.D. Maximino Huerta Bravo\*. 2016. Engormix.com.

\*Posgrado en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Minerales](#)

## INTRODUCCIÓN

La producción bovina en pastoreo depende del potencial de los forrajes para satisfacer las necesidades nutrimentales de los bovinos. La satisfacción de estas necesidades depende de que el animal consuma la cantidad suficiente de forraje y que éste tenga, disponibles para el animal, los nutrimentos en las cantidades y proporciones correctas. El consumo de forraje por los animales en pastoreo normalmente es limitado por la voluminosidad de los mismos y las prácticas de manejo de los animales y forrajes. Estas prácticas pueden ocasionar menor oportunidad de selección, baja disponibilidad, poca altura, y baja calidad de los forrajes. Además, los factores climáticos y plagas de los forrajes pueden limitar la cantidad y calidad del forraje disponible. Aún con las mejores prácticas de manejo, el consumo de forraje por los bovinos normalmente se restringe con la finalidad de lograr mayores rendimientos por unidad de superficie o disminuir los costos de producción de becerros.

Los nutrimentos comprenden energía, proteína, vitaminas y minerales. Los minerales incluyen a los macroelementos calcio, fósforo, magnesio, sodio, potasio, cloro y azufre, y a los microelementos cobre, zinc, hierro, manganeso, selenio, yodo, cobalto, molibdeno y cromo. Las vitaminas necesarias para los ovinos incluyen vitamina A, tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3), ácido pantoténico (B5), piridoxina (B6), ácido fólico, colina, vitamina B12, vitamina C, vitamina D, vitamina E, biotina (H), vitamina K.

La región norte-centro de México se caracteriza por sistemas de producción dedicados a la producción de becerros en donde existen limitaciones estacionales en la cantidad y calidad de los forrajes, así como deficiencias nutricionales específicas que limitan la eficiencia del sistema. Por ello, el objetivo de este trabajo es identificar las limitaciones nutricionales y las estrategias para resolverlas.

## REQUERIMIENTOS DE ALIMENTO, ENERGÍA Y PROTEÍNA PARA VACAS

Las necesidades de alimento y su concentración de energía y proteína para vacas de 450 kg y su becerro se indican en el Cuadro 1. Estas necesidades de alimento consideran la calidad mínima del forraje que puede ser consumida por vacas de 450 kg de peso vivo produciendo de 6 a 8 kg de peso vivo y un becerro con peso al destete de 180 kg a los siete meses de edad. Las necesidades anuales de alimento por el binomio vaca-becerro son de 3666 kg, lo que equivale a 20.4 kg de alimento por kg de becerro producido. Este cálculo implica 100% de pariciones y 0% de mortalidad. Sin embargo, el porcentaje de pariciones del ganado en México es de aproximadamente 50% y mortalidad predestete cercana al 5%. Lo anterior implica una conversión de 38.3 kg de alimento/kg de becerro producido. Esta información puede servir de base para buscar opciones del mejoramiento de la eficiencia de la producción de becerros. Las opciones viables son mejorar el peso al destete, porcentaje de pariciones y disminuir la mortalidad.

- ◆ El mejoramiento del peso al destete implica utilizar ganado adaptado al ambiente, con buen potencial de crecimiento y una alimentación apropiada. En algunos ranchos de la región se han obtenido pesos al destete de 240 a 300 kg.
- ◆ El mejoramiento del porcentaje de pariciones implica que las vacas entren en calor y que los sementales produzcan semen de calidad y tengan la libido apropiada. En todos los casos, las fallas nutricionales pueden limitar la eficiencia del proceso.

Considerando que los forrajes de las regiones de clima templado tienen un contenido promedio de 2.3 Mcal EM/kg MS (rango de 1.74 - 2.71; Minson, 1990), en promedio, los forrajes satisfacen las necesidades de energía metabolizable de la vaca reproductora. Sin embargo, en la mayoría de los ranchos existe abasto insuficiente de energía metabolizable para los animales que repercute en la reproducción y el peso al destete. El problema típico en estas regiones es que el forraje disponible es insuficiente por la estacionalidad en la producción de forraje (época seca), no tiene la altura apropiada para que el animal consuma lo necesario (sobrepastoreo) y uso de residuos de cosecha de cultivos agrícolas. Los subproductos agrícolas son deficientes en energía metabolizable, proteína cruda, vitamina A, fósforo, azufre, zinc, cobre, cobalto, selenio, y yodo.

**Cuadro 1.** Necesidades de alimento y calidad mínima del forraje para vacas de 450 kg y su becerro durante el año<sup>a</sup>

| Mes        | Calidad mínima |        | Consumo de alimento, kg/día |         |       |
|------------|----------------|--------|-----------------------------|---------|-------|
|            | EM (Mcal/kg)   | PC (%) | Vaca                        | Becerro | Total |
| 1(parto)   | 2.2            | 13.1   | 9.2                         | 0.3     | 9.5   |
| 2          | 2.2            | 13.3   | 9.3                         | 0.8     | 10.1  |
| 3(preñez)  | 2.2            | 12.9   | 9.0                         | 1.4     | 10.4  |
| 4          | 2.1            | 12.2   | 9.1                         | 2.2     | 11.3  |
| 4          | 2.0            | 11.4   | 9.1                         | 3.0     | 12.1  |
| 6          | 2.0            | 11.1   | 8.8                         | 3.6     | 12.4  |
| 7(destete) | 2.0            | 10.8   | 8.5                         | 4.3     | 12.8  |
| 8          | 1.7            | 7.5    | 7.8                         | -       | 7.8   |
| 8          | 1.8            | 7.8    | 7.6                         | -       | 7.6   |
| 10         | 1.8            | 8.1    | 8.2                         | -       | 8.2   |
| 11         | 1.9            | 8.6    | 8.7                         | -       | 8.7   |
| 12         | 2.0            | 8.9    | 9.5                         | -       | 9.5   |

<sup>a</sup>en este caso se supone una producción de leche de alrededor de 6 a 8 kg/día y un peso al destete del becerro de 180 kg. La cantidad total de alimento para la vaca y el becerro es de 3666 kg de MS/año.

La dieta seleccionada por bovinos en pastoreo contiene  $9.5 \pm 2.9\%$  de proteína cruda ( $n = 54$ ), por lo cual, las vacas en lactación tienen deficiencias de proteína, mientras que durante el periodo seco existe suficiencia. La deficiencia de proteína puede limitar la producción de leche y ocasionar problemas reproductivos. Los residuos de cosecha tienen menos de 6% de proteína y no alcanza para cubrir las necesidades de mantenimiento. En estos casos, la suplementación con melaza, urea, vitamina A y minerales puede resolver el problema.

## REQUERIMIENTOS DE MINERALES DEL GANADO Y CONTENIDO DE LOS FORRAJES

Los minerales son importantes porque cerca del 50% de las enzimas corporales requieren algún mineral para su funcionamiento (Waldron et al., 2009). Por esta razón, afectan el metabolismo de proteínas, aminoácidos, carbohidratos, lípidos, vitaminas, minerales y sus derivados. Esto perjudica la reproducción, producción de leche, crecimiento e inmunidad. Asimismo, los minerales afectan a los microorganismos del aparato digestivo responsables de digerir más del 90% del almidón, son los fermentadores exclusivos de celulosa, hemicelulosa y pectina, aportan entre el 50 y 90% de los requerimientos de proteína del animal, y complementan las necesidades de vitaminas del complejo B del animal. Aun cuando muchos problemas ocasionados por deficiencias minerales son reversibles, varios no lo son y afectan toda la vida del animal, especialmente cuando suceden durante la gestación. Por todas estas razones la suplementación mineral es uno de los compromisos de los ganaderos para recibir apoyos de PROGAN.

Los minerales que debemos suplementar son aquellos que se encuentran deficientes en las fuentes de minerales para el animal por insuficiencia o por exceso de algún otro mineral. Para ello, se debe determinar el consumo y concentración de minerales de las fuentes para el animal:

- ◆ Agua
- ◆ Suelo
- ◆ Forraje
- ◆ Alimentos suplementarios

Esta información permite calcular el balance de minerales para el hato para definir los minerales deficientes o excesivos, pero es complejo y caro. La carencia de información sobre el contenido mineral propicia el uso de suplementos “completos” en donde se incluyen la mayoría de los minerales. Los problemas que esto puede ocasionar son:

- ◆ Mayor gasto en suplementación mineral
- ◆ Suplementación con minerales que no son necesarios.

En los Cuadros 2 y 3 se presenta un resumen del contenido de minerales (Huerta, 1997) en los forrajes y suero sanguíneo de animales en la región semiárida y el rango adecuado según NRC (1996), Puls (1994) y apreciaciones personales. Las deficiencias minerales más relevantes incluyen al fósforo, sodio y cobre, tanto en forrajes como en suero. El problema del fósforo se agrava por el exceso de calcio en relación al fósforo. Por otro lado, la deficiencia de cobre se agrava por el exceso de hierro en los forrajes.

Dado que las deficiencias nutricionales normalmente son estudiadas en forma individual, la presencia de deficiencias múltiples complica el diagnóstico y la solución del problema.

**Cuadro 2.** Concentraciones minerales en los forrajes de la región semiárida de México.

| Mineral             | Concentración<br>media ±<br>desviación<br>estándar | Rango<br>adecuado | Porcentaje de forrajes<br>con concentraciones: |           |
|---------------------|--|-------------------|--|-----------|
|                     |  |                   | Deficientes                                    | Excesivas |
| Fósforo, %          | 0.13 ± .07   | 0.25 a 0.70       | 91   | 0         |
| Sodio, %            | 0.23 ± .37   | 0.10 a 1.20       | 55   | 0         |
| Cobre, mg/kg        | 32 ± 39  | 10 a 40           | 41   | 25        |
| Manganeso,<br>mg/kg | 53 ± 30  | 40 a 2000         | 34   | 0         |
| Zinc, mg/kg         | 224 ± 320  | 30 a 500          | 18   | 16        |
| Potasio, %          | 1.18 ± .55   | 0.6 a 2.0         | 4  | 2         |
| Magnesio, %         | 0.38 ± .24   | 0.1 a 0.6         | 4  | 31        |
| Hierro, mg/kg       | 389 ± 269  | 50 a 300          | 4  | 47        |
| Calcio, %           | 1.27 ± .83   | 0.3 a 2.0         | 2  | 15        |
| Relación Ca:P       | 13.41 ± 11.99                                      | 1.2 a 2.0         | 0  | 93        |

No se han encontrado estudios acerca de las concentraciones de selenio, cobalto, azufre, yodo y molibdeno en los forrajes y animales. El estado del cobre en el ganado puede ser afectado por las concentraciones de azufre y molibdeno. Considerando las características de la región semiárida de México es probable que exista deficiencia de yodo y exceso de selenio y molibdeno en los forrajes.

**Cuadro 3.** Concentraciones minerales en suero sanguíneo de rumiantes en la región semiárida de México.

| Mineral                | Concentración<br>media ± desviación<br>estándar | Rango<br>adecuado          | Porcentaje de animales<br>con concentraciones: |           |
|------------------------|---|----------------------------|--|-----------|
|                        |   |                            | deficientes                                    | excesivas |
| Fósforo, mg/100<br>mL  | 4.5 ± 1.6                                       | 4 a 6<br>3100 <sup>a</sup> | 87   | 0         |
| Sodio, mg/L            | 2883 ± 841                                      | 3500                       | 85   | 12        |
| Cobre, mg/L            | 0.80 ± .31                                      | 0.8 a 2.5                  | 51   | 0         |
| Potasio, mg/L          | 222 ± 67  | 160 a 230                  | 17   | 39        |
| Hierro, mg/L           | 2.6 ± 2.5                                       | 1.3 a 2.5                  | 16   | 26        |
| Zinc, mg/L             | 1.8 ± 1.6                                       | 0.8 a 2.5                  | 14   | 16        |
| Calcio, mg/100 mL      | 13.5 ± 5.8                                      | 8 a 12                     | 8  | 57        |
| Relación Ca:P          | 8.2 ± 1.0                                       | 1 a 2                      | 0  | 75        |
| Magnesio, mg/100<br>mL | 3.1 ± 1.4                                       | 1.8 a 3.5                  | 0  | 15        |

<sup>a</sup> El rango normal en becerros es de 6 a 9 mg/100 mL

El apetito depravado o pica es el signo más característico de la deficiencia de fósforo, aunque éste es inespecífico. También se puede presentar por deficiencias o exceso de otros minerales o falta de fibra en la dieta. El apetito depravado se manifiesta mediante la ingestión de hueso (osteofagia), tierra, piedras, madera, etc. La osteofagia puede dar lugar a botulismo, cuando los huesos ingeridos están contaminados con *Clostridium botulinum*. Otros signos clínicos incluyen:

- ◆ Menor consumo de alimento.
- ◆ Menor producción.
- ◆ Problemas reproductivos: calores silenciosos y baja fertilidad.
- ◆ La deficiencia marginal se parece a la deficiencia de cobalto.
- ◆ Mayores problemas de metritis y menor respuesta inmune.
- ◆ La deficiencia también da lugar a "pierna de palo" una forma característica de cojera. Esta se manifiesta por crujidos de las articulaciones al caminar y rigidez, que puede ser seguida por cojera.
- ◆ El ganado tiende a caminar en sus talones, de tal manera que la pezuña crece y se inclina hacia arriba.
- ◆ Cuando el animal está parado, las piernas traseras se desplazan hacia abajo del cuerpo y la espalda está arqueada.
- ◆ En casos severos, el animal permanece echado, con intentos de pastorear en esta posición. Si el animal es forzado a pararse, demuestra dolor. Esta condición es más común en vacas lecheras que en novillos.

La deficiencia de sodio provoca languidez, pelo reseco, debilidad, pica y baja producción de leche.

La deficiencia de cobre en todo el país es común. Las deficiencias de cobre pueden ser debidas a deficiencias naturales de cobre o por exceso de molibdeno en suelo y forraje (norte del país), por exceso de azufre en el aire (región del Golfo y zona centro) y agua (La Laguna), exceso de hierro (región tropical húmeda), o combinaciones de lo anterior. Los signos clínicos son diversos:

- ◆ Decoloración de pelo o lana.
  - El pelo negro de ganado Angus y Holstein cambia a café.
  - El rojo intenso del ganado Hereford cambia a amarillento o deslavado.
  - La decoloración de los pelos negros alrededor de los ojos da la apariencia de que los animales tienen anteojos.
  - La lana negra de algunos borregos presenta bandas decoloradas. Este es uno de los signos iniciales y de los más sensibles a la deficiencia de cobre.
- ◆ Pérdida del rizado de la lana. La lana se conoce como “acerada”.
- ◆ Lesiones del sistema nervioso.
  - Afecta corderos desde recién nacidos hasta los 4 meses de edad.
  - Pérdida de coordinación del movimiento de las piernas traseras (ataxia neonatal) que ocasiona paso tambaleante con balanceo del cuarto trasero (swayback) o cojera.
- ◆ Muerte súbita en bovinos con deficiencia pura de Cu o por exceso de Fe. Este problema se puede presentar cuando los animales son excitados.
- ◆ Diarrea, especialmente cuando la deficiencia es inducida por exceso de molibdeno. En bovinos se observan los cuartos traseros sucios con excretas, esto sucede especialmente cuando se agita el ganado o en época de lluvias. En ovinos, las heces pierden su forma normal (“bolitas”) y se aglutinan.
- ◆ Crecimiento lento o pérdida de peso.
- ◆ Mayor incidencia de úlceras abomasales.
- ◆ Opistotonus (arqueamiento de la espalda hacia atrás) o recostado lateral en corderos o becerros jóvenes.
- ◆ Fisuras de los talones, abscesos plantares, gabarro o queratinización pobre que se manifiesta en pelo áspero.
- ◆ Anemia. Cuando los animales realizan alguna actividad, el ritmo respiratorio se incrementa y pueden parecer jadeantes
- ◆ Huesos largos frágiles. Esto provoca que los animales sufran fracturas con relativa facilidad. Osteoporosis en ovinos.
- ◆ Lesiones del corazón.
- ◆ Menor fertilidad en vacas y menor calidad del semen en toros.
- ◆ Retención de placentas.
- ◆ Menor respuesta inmune.
- ◆ Menor producción de leche.
- ◆ Hemoglobinuria posparto en bovinos

### ¿CÓMO DEBEMOS SUPLEMENTAR LOS MINERALES?

Considerando la importancia de los minerales para los microorganismos y para el animal, los minerales suplementarios deben ser proporcionados vía oral y continuamente. El suplemento mineral debe contener fósforo, sodio y los minerales traza cobre, zinc, manganeso, selenio, yodo y cobalto. Una propuesta de suplemento mineral es la siguiente:

| Ingrediente                               | Cantidad, % |
|---|-------------|
| Fosfato monosódico                        | 67.5        |
| Sal común                                 | 30.0        |
| Premezcla de minerales traza <sup>a</sup> | 2.5         |

<sup>a</sup> La composición de la premezcla de minerales traza (mg/kg) puede ser: cobre, 2000; zinc, 3000; manganeso, 2000; selenio, 30; yodo, 80; cobalto, 20.

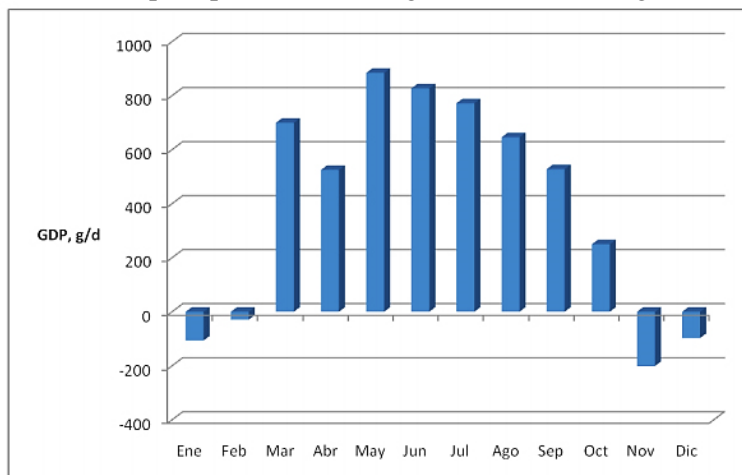
### ANIMALES EN CRECIMIENTO

Los becerros requieren dietas de mejor calidad que las vacas. Durante la lactancia, la leche es la fuente principal de alimento y de alta calidad. Cuando la producción de leche es limitada, el crecimiento del becerro también se afectará. En estos casos conviene suplementar al becerro en preferencia de la madre, dado que la eficiencia de transformación del alimento en peso del becerro será mayor. Además, cuando el becerro tiene más leche disponible, disminuye el consumo de forraje y retrasa su desarrollo ruminal. La decisión de suplementar a la madre debe tener como objetivo lograr que la vaca quede preñada.

Los becerros normalmente se destetan y salen del sistema. Esto sucede porque la disponibilidad de forraje después del destete es limitada y la capacidad de los forrajes no permite expresar el potencial de crecimiento de los animales. Un resumen de diversos trabajos en regiones semiáridas (Fig. 1) permite concluir que únicamente durante cuatro o cinco meses del año, durante la estación de lluvias, las ganancias de peso son de alrededor de 700

g/día. En el caso de vaquillas en crecimiento conviene tener áreas de pastizal de reserva para que mantengan una tasa de crecimiento de 600 a 700 g/día que les permite producir su primera cría alrededor de los dos años de edad.

**Fig. 1.** Ganancia de peso por bovinos en agostaderos de las regiones semiáridas



### CONCLUSIONES

La alimentación apropiada del ganado en las regiones semiáridas implica tener forraje disponible para ser cosechado por el animal y corregir las deficiencias minerales. Las deficiencias minerales más importantes son fósforo, sodio y cobre. El suplemento mineral debe incluir además otros minerales que pudiesen ser deficientes en casos particulares como zinc, selenio, yodo, cobalto y manganeso.

### REFERENCIAS

- Waldron, K. J., J. C. Rutherford, D. Ford, and N. J. Robinson. 2009. Metalloproteins and metal sensing. *Nature* 460: 823-830.
- Huerta B., M. 1997. Nutrición mineral de rumiantes en pastoreo. en: Mem. del Curso Alternativas de Manejo en Bovinos para Carne en Pastoreo. p. 19-72. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
- NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th Rev. Ed. National Academy Press, Washington, D. C. 242 p.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Rev. Ed. National Academy Press, Washington, D. C. 408 p.
- Puls, R. 1994. Mineral Levels in Animal Health: Diagnostic Data. *Sherpa Int.* Clearbrook, BC. 240 p.

Volver a: [Minerales](#)