

ARTÍCULOS ORIGINALES

Factores que afectan la calidad del hueso de vacas de cría en los Llanos Orientales

Bernardo Rivera, Dr. Sc. agr.; Raúl Vera, PhD; Hernando Ayala, MSc

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT);

Departamento de Sistemas de Producción, Universidad de Caldas

brivera@cumanday.ucaldas.edu.co

(Recibido: 11 noviembre, 99; aceptado: 7 abril, 2000)

Resumen

Se presentan los resultados de suplementar hatos de cría con minerales y pequeñas áreas de pasturas mejoradas, sobre la calidad del hueso de costilla de vacas de cría. Se analizaron en total 194 biopsias, utilizando como fuentes de variación el tratamiento (0, 900 y 1800 m²/UA de pastura mejorada), el mes de muestreo (que concuerda con cuatro estados fisiológicos distintos), y la interacción correspondiente. La mejor forma de expresar los componentes de la costilla fue con base en peso fresco, debido a que los contenidos de agua y de grasa aumentan a medida que ocurre la reabsorción ósea. La gravedad específica fue el mejor indicador de calidad ósea y fue afectada por el acceso a la pastura mejorada (1.46 vs. 1.54 g/cm³) y por el estado fisiológico de las vacas (1.61 al final de la gestación, 1.51 al inicio y mitad de la lactación y 1.42 g/cm³ al final de la lactación). Las pasturas mejoradas favorecieron el incremento de la matriz orgánica, resultando más eficaz que el suministro de Ca y P en la mineralización de la costilla. La relación Ca:P, la cual debe ser fisiológicamente constante, se incrementó notablemente al final de la lactación (2.01 vs. 2.61), sugiriendo la presentación de una manifestación patológica. La biopsia de costilla resultó ser un procedimiento sencillo, rápido y de muy bajo riesgo para la salud del animal.

Palabras clave: biopsias de costilla, desórdenes óseos, gravedad específica, pasturas mejoradas, sabanas

Introducción

Los huesos son el sitio principal de deposición de calcio (Ca) y fósforo (P), por lo que son considerados el tejido ideal para determinar su estado en el animal, expresándolos con base en el peso seco, peso seco libre de grasa y peso de la ceniza. La gravedad específica y la proporción de ceniza en el hueso son también importantes indicadores de la situación mineral de los animales (9).

En los estudios de nutrición animal los huesos de las costillas son los más utilizados debido a su sensi-

bilidad, facilidad de muestreo y una extensión que permite múltiples muestreos. Little y Minson (8) consideran que las biopsias deben tomarse en la porción dorsal o media de la costilla 12, teniendo en cuenta que existen diferencias en el contenido de P de acuerdo con la costilla seleccionada y el sitio de muestreo.

Las deficiencias energéticas y minerales (específicamente Ca y P) de la sabana nativa han sido identificadas como las mayores limitantes nutricionales para la producción ganadera en los Llanos Orientales de Colombia (6). La mortalidad de los animales está relacionada fundamentalmente con

complejos nutricionales, representando las fracturas el 13.3% del total de los casos, en un estudio realizado durante cinco años (5). Los resultados de investigación indican que la introducción de pasturas mejoradas es una alternativa para resolver la carencia de estos nutrimentos en la dieta de animales en pastoreo (10). En este artículo se presentan los resultados de algunas observaciones realizadas en el Centro Nacional de Investigaciones (CNI) Carimagua, con relación al efecto de suplementar hatos de cría con minerales y pequeñas áreas de pasturas mejoradas, sobre la calidad del hueso de las vacas, determinada mediante biopsias de costilla.

Materiales y métodos

La investigación se realizó durante cuatro años en el CNI Carimagua, localizado en el ecosistema de sabana bien drenada, a 150 msnm., con 26 °C de temperatura media y 2000 mm de precipitación promedio. Los suelos de las sabanas de los Llanos Orientales son oxisoles, ácidos (pH 4.5), de bajo contenido de fósforo disponible (1.8 ppm) y alta saturación de aluminio (89.4%).

Ciento cincuenta vacas cebú fueron asignadas a tres tratamientos al azar: 0, 900 y 1800 m²/UA (unidad animal) de pastura mejorada, constituida por mezclas de *Brachiaria humidicola* - *Desmodium ovalifolium* y *Andropogon gayanus* - *Pueraria phaseoloides*. La pastura mejorada fue complementaria a la sabana nativa, representando el 0, 1.6% y 3.6%, respectivamente, del área de sabana nativa disponible para cada hato, y se utilizó solamente en épocas estratégicas: durante 60 días para las vacas gestantes en la época de pariciones (febrero a marzo) y durante 90 días para las vacas lactantes en la época de monta estacional (mayo a julio). Todos los animales tuvieron acceso, a voluntad, a un suplemento mineral con 8% de P y 14% de Ca.

Para determinar el efecto de los tratamientos sobre la calidad del hueso de las vacas, se realizaron biopsias en la porción dorsal de la costilla 12 en seis vacas de cada hato. En el mismo animal se realizaron cuatro biopsias en el año: una al final del período de gestación (enero) y tres durante el período de lactación (mayo, julio y noviembre). En caso de aborto o muerte del ternero, la vaca era reemplazada por otra en condiciones fisiológicas similares. Las biopsias se hicieron de acuerdo con la técnica propuesta por Fick

et al. (4) y las muestras se conservaron en congelación hasta su análisis en el laboratorio. Las fracciones óseas (P, Ca, agua, grasa y ceniza) se expresaron con base en el peso fresco, peso seco, peso seco libre de grasa y ceniza. Además, se determinó la materia orgánica (MO) libre de grasa, la gravedad específica y las relaciones Ca:P y ceniza:materia orgánica del hueso libre de grasa.

Se analizaron 194 observaciones mediante el procedimiento ANOVA del programa SAS, como un factorial completo, utilizando como fuentes de variación el tratamiento (0, 900 y 1800 m²/UA de pastura mejorada), el mes de muestreo (que concuerda con distintos estados fisiológicos del animal), y la interacción correspondiente.

Resultados

Cuando los componentes óseos Ca, P y ceniza se expresaron con base en peso fresco, se observó la menor varianza, en comparación a su expresión con base en peso seco, peso seco libre de grasa o ceniza (vt 1).

Tabla 1. Niveles de significancia de las diferencias entre tratamientos de tres componentes óseos de vacas en pastoreo en sabana nativa suplementada con pasturas mejoradas

Base de expresión	P (%)	Ca (%)	Ceniza (%)
Peso fresco	0.15	0.11	0.04
Peso seco	0.43	0.25	0.23
Peso seco libre de grasa	0.99	0.93	0.99
Ceniza	0.69	0.77	—

Los más bajos coeficientes de variación se presentaron en la gravedad específica (9.5%) y en el contenido de ceniza (15.0%) y los más altos el contenido de grasa (56.1) (vt 2). Los contenidos de Ca (15.2%) y P (6.8%) del hueso fresco no fueron afectados significativamente ($P > 0.05$) por el tratamiento, la época de muestreo o la interacción tratamiento y época, como tampoco lo fue la relación promedio Ca:P, 2.23 (vt 2). Sin embargo, el acceso estratégico a las pasturas mejoradas permitió una disminución de la cantidad de agua (17.7% sin pastura mejorada y 15.4% en promedio, con acceso a la pastura) y grasa en el hueso (18.6% sin pastura mejorada y 13.5% en promedio, con acceso a la pastura). Al mismo tiempo, el acceso

estratégico a las pasturas mejoradas incrementó el contenido de ceniza (41.6% sin pastura mejorada y 45.1% en promedio, con acceso a la pastura), de materia orgánica libre de grasa (25.3% sin pastura mejorada, y 28.0% en promedio, con acceso a la pastura), y la gravedad específica del hueso (1.46 g/cm³ sin pastura mejorada y 1.54 g/cm³ en promedio, con acceso a la pastura). La relación contenido de ceniza:MO libre de grasa fue menor en el hueso de la costilla de las vacas suplementadas con pasturas mejoradas (1.64 vs. 1.61).

La gravedad específica de la costilla fue afectada por la época de muestreo ($P<0.001$), disminuyendo desde enero, 1.61 g/cm³ cuando las vacas estaban en gestación, hasta noviembre, 1.42 g/cm³ al final del período de lactancia (vt 3). La proporción de ceniza con base en peso fresco presentó una clara tendencia a disminuir en proporción inversa al período de lactación ($P=0.05$). En cambio, la relación Ca:P se incrementó significativamente ($P<0.001$) en el muestreo de noviembre, al final de la lactancia, alcanzando un valor promedio de 2.61, en comparación con 2.01 al final de la gestación (enero):

Tabla 2. Componentes óseos (%) en peso fresco, gravedad específica y relación ceniza: materia orgánica (MO) del hueso de la costilla de vacas en pastoreo en sabana nativa suplementada con pasturas mejoradas

Componente	Area en pastura mejorada (m ² /UA)			C.V. (%)
	0	900	1800	
P (%)	6.65	6.83	6.99	22.2
Ca (%)	14.50	15.40	15.80	19.4
Relación Ca:P	2.18	2.25	2.26	22.9
Agua (%)	17.70 b	15.60 a	15.30 a	29.7
Grasa (%)	18.60 b	14.10 a	12.90 a	56.1
Ceniza (%)	41.60 a	44.90 b	45.40 b	15.0
MO libre de grasa (%)	25.30 a	27.70 b	28.40 b	
Gravedad específica (g/cm ³)	1.46 a	1.52 b	1.55 b	9.5
Ceniza:MO libre de grasa	1.64 b	1.62 a	1.60 a	

Valores correspondientes a un mismo componente seguidos por letras diferentes difieren en forma significativa ($P<0.05$), según la prueba de Duncan.

Tabla 3. Efecto del mes de muestreo y correspondiente estado fisiológico de la vaca sobre algunos indicadores de calidad del hueso de animales en pastoreo en sabana nativa suplementada con pasturas mejoradas

Mes (estado fisiológico)	Gravedad específica (g/cm ³)	Ceniza (% peso fresco)	Relación Ca:P
Enero (final de la gestación)	1.61 c	45.7	2.01 a
Mayo (inicio de la lactación)	1.51 b	43.4	2.15 a
Agosto (mitad de la lactación)	1.51 b	44.9	2.16 a
Noviembre (final de la lactación)	1.42 a	42.2	2.61 b

Valores en una misma columna seguidos por letras diferentes difieren en forma significativa ($P<0.05$), según la prueba de Duncan.

Discusión

Las diferencias en las expresiones de los componentes óseos como fracciones de peso fresco, peso seco y peso seco libre de grasa son debidas a que las proporciones de agua y grasa en el hueso aumentan a medida que ocurre la reabsorción ósea. Este incremento en agua y grasa se presentó en el hueso de las vacas sin acceso a pasturas mejoradas. Al mismo tiempo, el contenido promedio de cenizas en el hueso entero disminuyó en las vacas sin acceso a las pasturas mejoradas, no obstante que el contenido de minerales en el osteón permanece constante durante la movilización de los depósitos del tejido óseo (3).

La relación inversa entre ceniza y contenido de agua y grasa en el hueso concuerda con las observaciones de Little (7) y Belonje (1). Esta observación indica que la expresión de los componentes óseos con base en el peso de la ceniza no es adecuada, ya que la pérdida de minerales ocurre por un proceso de reabsorción (remoción de matriz ósea y sustancia mineral) y no por un proceso de desmineralización. Este hecho explica también porqué los niveles de Ca y P permanecen relativamente constantes entre tratamientos y épocas de muestreo.

El uso estratégico de pasturas mejoradas tuvo un efecto importante en la mineralización del hueso, expresada en la proporción de ceniza (41.6 vs. 45.1%) y de materia orgánica libre de grasa (25.3 vs. 28.0%) y en la gravedad específica (1.46 vs. 1.54 g/cm³), a pesar del efecto buffer que pudo tener la suplementación mineral a voluntad.

La relación ceniza:MO libre de grasa, considerada por Stewart (11) como una medida importante de la calidad del hueso, fue mayor en las vacas no suplementadas con pasturas mejoradas (1.64 vs. 1.61), como resultado probable de la disminución en la cantidad de matriz orgánica. Las pasturas mejoradas, con mayores contenidos de proteína cruda y energía que la sabana nativa, permiten un aumento de la matriz orgánica del hueso entero y favorecen de esa forma el desarrollo de un tejido óseo de mayor calidad.

Los cambios observados en la composición del hueso y la porosidad consecuente del mismo, resultaron en cambios significativos en la gravedad específica, siendo el indicador más sensible a las modificaciones del nivel nutricional y del estado fi-

siológico de los animales. Es importante destacar que a pesar de la suplementación mineral y del uso estratégico de pasturas mejoradas, la gravedad específica del hueso de vacas en lactancia en las sabanas de los Llanos Orientales de Colombia, continúa siendo baja (1.50 g/cm³), si se compara con los valores de 1.60 g/cm³, reportados en vacas lactantes suplementadas con minerales, en sabanas de África (9).

Se considera que la relación Ca:P en el hueso es constante y generalmente es 2:1, tanto en bovinos como en caprinos y ovinos (9, 12). Belonje y Van den Berg (2) sugieren que esta relación permanece constante debido a que la deposición de P en el hueso está condicionada por la disponibilidad de Ca. En este estudio, la proporción disponible de pastura mejorada no afectó la relación promedio Ca:P (2.23:1). Sin embargo, el estado fisiológico del animal sí tuvo un efecto marcado sobre esta relación, toda vez que en el muestreo de noviembre, el cual coincidió con el final del período de lactación, la relación Ca:P aumentó hasta 2.61:1. Belonje (1) encontró un aumento significativo de la relación Ca:P en ovinos, cuando ambos elementos se encontraban en su nivel más bajo. Es probable que la disminución de reservas en el hueso al final de ocho meses de lactancia y la baja calidad de la sabana nativa madura al final de la época lluviosa en noviembre, ocasionan esta alteración en la relación Ca:P. Este resultado plantea la hipótesis de la aparición de una manifestación patológica en el mecanismo de mineralización del hueso. En el estudio realizado por García et al. (5), el 37.4% de los casos de fractura se presentaron entre noviembre y febrero, aunque se reconoce que la diferente situación fisiológica de las vacas limita la comparación de los resultados de ambos estudios.

En el primer año de la investigación se presentaron tres complicaciones por contaminación de la cavidad torácica que comprometieron seriamente la salud de las vacas. En los demás casos no fue necesario establecer tratamientos posoperatorios adicionales a los rutinarios. Una vez familiarizados con la técnica quirúrgica, el procedimiento llegó a ser realizado en menos de diez minutos, con el mínimo traumatismo para el animal. La biopsia de costilla resultó ser un procedimiento sencillo, rápido y de muy bajo riesgo para la salud del animal.

Los resultados de la investigación permiten concluir que el aporte proteico y energético de las pasturas mejoradas favoreció el incremento de la matriz orgá-

nica del hueso, resultando más eficaz que el suministro de Ca y P en la mineralización de la costilla de vacas de cría en pastoreo en sabana en los Llanos Orientales de Colombia. El estado fisiológico de las vacas, relacionado con las fases de gestación y lactación, determinó cambios importantes en los indicadores de calidad del hueso. Las observaciones sobre la relación Ca:P de la costilla de vacas al término de la lactancia, al final de la época lluviosa, sugieren la presentación de una manifestación patológica en el mecanismo de mineralización de la costilla, si se considera que esta relación debe ser fisiológicamente constante.

Summary

Factors affecting bone quality of breeding cows from Eastern Plains

The current paper presents the effect of supplementing beef cattle herds with minerals and small areas of grass-legume pasture, on the rib bone quality of the cows. It were analyzed 194 biopsies, using as sources of variation, the treatment (0, 900 and 1800 m²/AU improved pasture), the month of sampling (in concordance with 4 physiological conditions) and the correspondent interaction. Fresh bone was the best form for expressing the components of the rib bone, due to the increase of water and fat contents when the bone reabsorption occurs. Specific gravity was the best indicator of bone quality and was affected by the improved pasture access (1.46 vs. 1.54 g/cm³) and by the physiological cows condition (1.61 at the end of gestation, 1.51 at the beginning and middle of lactation, and 1.42 g/cm³ at the end of lactation). The improved pastures contributed to increase the bone organic matrix, resulting more effective than the Ca and P intake, on the rib bone mineralization. The Ca:P relationship, which must be physiologically constant, was noticeably increased at the end of lactation (2.01 vs. 2.61), suggesting the presence of a pathological condition. Rib bone biopsy was a very simple, fast and low risk procedure.

Keywords: bone disorders, improved pastures, rib bone biopsies, savanna, specific gravity

Referencias

1. Belonje PC. An investigation into possible methods of assessing the intake of calcium and phosphorus by grazing sheep. Onderstepoort J. Vet. Res. 1978; 45:7-22.
2. Belonje PC, Van den Berg A. Failure of bone phosphorus to indicate dietary intake of phosphorus by sheep. Onderstepoort J. Vet. Res. 1983; 50:1-2.
3. Daemrich K, Muelling M. Untersuchungen an Rippenbiopsien laktierender Rinder. Verh. Dtsch. Ges. Path. 1974; 58:318-323.
4. Fick KR, McDowell LR, Miles PH, Wilkinson NS, Funk JD, Conrad HH. Methods of mineral analysis for plant and animal tissues. University of Florida, Gainesville, USA. 1979.
5. García O, Zuluaga FN, Aycardi E. Causas de mortalidad bovina en una ganadería de los Llanos Orientales de Colombia. Rev. ACOVEZ 1984; 18(25):39-46.
6. Lebdosoekojo S, Ammerman CB, Raun NS, Gómez J, Littell RC. Mineral nutrition of beef cattle grazing native pastures on the Eastern Plains of Colombia. J. Anim. Sci. 1980; 51:1249-1260.
7. Little DA. Bone biopsy in cattle and sheep for studies of phosphorus status. Aust. Vet. J. 1972; 48:668-670.
8. Little DA, Minson DJ. Variation in the phosphorus content of bone samples obtained from the last three ribs of cattle. Res. in Vet. Sci. 1977; 23:393-394.
9. Read VPM, Engels EAN, Smith WA. Phosphorus and the grazing ruminant. 3. Rib bone samples as an indicator of the P status of cattle. S. Afr. J. Anim. Sci. 1986; 16(1):13-17.
10. Rivera B. Comportamiento de hatos de cría bajo diferentes sistemas de alimentación y de manejo en la altillanura en Colombia. Rev. ACOVEZ 1990; 14(4):3-8.
11. Stewart RJC. Bone pathology in experimental malnutrition. Wld Rev. of Nutrition and Dietetics 1965; 5:275-337.
12. Weniger JH, Funk F, Koenig KH. Untersuchungen ueber den Calcium, Phosphor-und Naehrstoffgehalt von Schafen und Ziegen. Arch. f. Tierern. 1955; 5(4):216-22