

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA

**IMPACTO DA REDUÇÃO DO FÓSFORO SUPLEMENTAR
SOBRE FERTILIDADE, HABILIDADE MATERNA E
CUSTOS COM SUPLEMENTAÇÃO MINERAL EM VACAS
DE CORTE MANTIDAS EM *Urochloa decumbens***

Rogério Magnoli Costa

Zootecnista

Araçatuba – SP

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS DE ARAÇATUBA

**IMPACTO DA REDUÇÃO DO FÓSFORO SUPLEMENTAR
SOBRE FERTILIDADE, HABILIDADE MATERNA E
CUSTOS COM SUPLEMENTAÇÃO MINERAL EM VACAS
DE CORTE MANTIDAS EM *Urochloa decumbens***

Rogério Magnoli Costa

Orientadora: Prof^a D^{ra} Elisa Helena Giglio Ponsano

Co-orientador: Prof. Dr. Pedro Antônio Muniz Malafaia

Tese apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária – Unesp, *Campus* de Araçatuba, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Ciência Animal (Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal).

Araçatuba – SP

2015

Catálogo na Publicação (CIP)
Serviço de Biblioteca e Documentação – FMVA/UNESP

Costa, Rogério Magnoli

C823i

Impacto da redução do fósforo suplementar sobre a fertilidade, habilidade materna e custos com suplementação mineral em vacas de corte mantidas em Urochloa decumbens / Rogério Magnoli Costa.

Araçatuba: [s.n], 2015

62f. il.; CD-ROM

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Medicina Veterinária, 2015

Orientadora: Profa. Dra. Elisa Helena Giglio Ponsano
Co-orientador: Prof. Dr. Pedro Antônio Muniz Malafaia

1. Requerimento nutricional 2. Bovino de corte, 3. Pastagens extensivas 4. Fósforo na dieta. 5 Reprodução I. T.

CDD 572.39

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Rogério Magnoli Costa - nascido em Campos do Jordão (SP) em 18 de fevereiro de 1963. Concluiu o curso de Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias “Júlio de Mesquita Filho” UNESP – *Campus* de Jaboticabal em janeiro de 1985. Concluiu o mestrado em Produção Animal na mesma escola em 2000. Desde a graduação, trabalha na área de nutrição dos ruminantes, tanto na produção de alimentos como na extensão. Atua como consultor de empresas de produção de gado de corte desde 1998. É sócio proprietário e diretor da empresa Êxito Rural Nutrição de Ruminantes Ltda., desde 2000.

Dedicatória

***A todos os trabalhadores do setor primário que,
de sol a sol, garantem a alimentação e a
sobrevivência da espécie humana.***

AGRADECIMENTOS

Ào Sr. Silvio Camargo Rocha e seus filhos, Plácido Rocha Neto e Marcelo Benez Rocha, pela confiança na franquia da Fazenda Santa Terezinha e de seu rebanho para a realização deste experimento À minha família pela compreensão da necessidade dos momentos de ausência.

À Equipe da Êxito Rural Consultoria em Pecuária pelas calorosas discussões sobre os reais objetivos deste trabalho.

À Êxito Rural Nutrição de Ruminantes Ltda. pela produção dos suplementos utilizados no experimento.

À Arasolo, em especial ao Darley pela colaboração nas análises bromatológicas.

À Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Curso de Medicina Veterinária UNESP – pela oportunidade de realizar este Doutorado e de tantas experiências no âmbito acadêmico.

Ao Prof. Dr. Manoel Garcia Neto pelas contribuições e críticas no exame geral de qualificação e pelo indispensável auxílio nas análises estatísticas e pelos anos de sincera amizade.

Ao Prof. Dr. Guilherme de Paula Nogueira pelas maduras e pertinentes considerações no exame geral de qualificação, pela amizade e respeito profissional.

A todos que colaboraram, ajudaram, sugeriram e entenderam as razões desta jornada.

Aos que criticaram, julgaram, desconfiaram e não compreenderam, pelo fortalecimento da certeza na condução do Doutorado.

Agradecimentos especiais

À Prof^a D^{ra} Elisa Helena Giglio Ponsano, pela confiança, paciência, amizade e especial auxílio durante a confecção do artigo e da Tese.

Ao Prof. Dr. Pedro Antônio Muniz Malafaia, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela co-orientação e pelas valiosas trocas de experiência durante esses muitos anos de convivência.

Homenagem especial *in memoriam*

Ao Professor Carlos H. Tokarnia, pela sua profícua carreira, pelo exemplo de dedicação ao País, pelo respeito à ciência e a quem produz alimentos de origem animal.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE ABREVIACÕES	
LISTA DE TABELAS	
LISTA DE FOTOS	
RESUMO	
SUMMARY	
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais	15
1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 O fósforo na natureza	16
2.2 O cerrado brasileiro e as forrageiras tropicais	18
2.3 Minerais na alimentação animal	20
2.4 O fósforo na suplementação mineral	22
2.5 Nutrição animal e reprodução	25
2.6 Custos da suplementação mineral	27
2.7 Considerações finais	28
REFERÊNCIAS	30
CAPÍTULO 2 – Artigo científico	38
1 Introdução	39
2 Material e métodos	42
3 Resultados e discussão	45
3.1 Aspectos reprodutivos	45
3.2 Aspectos produtivos	49
3.3. Análise da forragem	51
3.4 Custos de suplementação	53
4 Conclusões	55
Referências	56
APÊNDICE	61

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Área de cerrado no Brasil	19

LISTA DE ABREVIAÇÕES

Ca	Cálcio;
Co	Cobalto;
Cu	Cobre;
ECC	Escore da condição corporal;
EM	Estação de monta;
g	Gramas;
ha	Hectares;
I	Iodo;
IA	Inseminação artificial;
IATF	Inseminação artificial em tempo fixo;
IP	Intervalo de Partos;
kg	Quilograma;
Mg	Magnésio;
Mn	Manganês;
MS	Matéria seca;
N	Nitrogênio;
NaCl	Cloreto de sódio
NRC	National Research Council;
P	Fósforo;
PB	Proteína bruta;
P ₂₄₀	Peso ao desmame corrigido para 240 dias;
P _{1,8}	Suplemento mineral com 1,8% de P na composição;
P _{4,0}	Suplemento mineral com 4,0% de P na composição;
S	Enxofre;
Se	Selênio;
UA	Unidade Animal;
Zn	Zinco;

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Número de animais considerados nos cálculos e envolvidos no experimento (em cabeças)	43
Tabela 2 – Níveis de garantia dos produtos utilizados no teste e no cálculo de custos	44
Tabela 3 – Parâmetros reprodutivos de vacas de corte em pastagens de <i>U. decumbens</i> no cerrado do Mato Grosso do Sul submetidas a diferentes concentrações de fósforo no suplemento mineral	46
Tabela 4 - Precipitação pluviométrica mensal e média na fazenda, de 2008 a 2014 (em mm ³)	47
Tabela 5 - Precipitação pluviométrica média dos quatro meses anteriores e dos quatro meses da estação de monta na fazenda (em mm ³)	47
Tabela 6 - Intervalo de partos (IP) de vacas de corte em pastagens de <i>U. decumbens</i> no cerrado do Mato Grosso do Sul, com duas concentrações de fósforo no suplemento mineral	49
Tabela 7 - Valores médios do peso ao desmame, corrigido para 240 dias (P ₂₄₀) das crias de vacas de corte em pastagens de <i>U. decumbens</i> no cerrado do Mato grosso do Sul, com duas concentrações de fósforo no suplemento mineral	51
Tabela 8 - Análises bromatológicas de <i>Urochloa decumbens</i> no cerrado do Estado do Mato Grosso do Sul (em %)	52
Tabela 9 - Dados absolutos e comparativos (%) dos preços dos suplementos, do consumo médio e dos custos anuais com suplementação mineral (base jun/2014)	54

LISTA DE FOTOS

	Página
Foto 1 - Pastagens da fazenda Santa Terezinha no local de colheita de amostras de <i>Urochloa decumbens</i>	61
Foto 2 - Rebanho de cria da fazenda Santa Terezinha	61
Foto 3 - Escore corporal das vacas durante a estiagem de 2010.....	62
Foto 4 - Estiagem de 2010	62

**IMPACTO DA REDUÇÃO DO FÓSFORO SUPLEMENTAR SOBRE
FERTILIDADE, HABILIDADE MATERNA E CUSTOS COM
SUPLEMENTAÇÃO MINERAL EM VACAS DE CORTE MANTIDAS EM
*Urochloa decumbens***

RESUMO - A pecuária brasileira consiste basicamente em animais criados e terminados em pastagens tropicais, com a maior parte delas implantadas em solos de média a baixa fertilidade. As forrageiras tropicais, entretanto, são limitadas em alguns nutrientes, inclusive em minerais, o que pode comprometer os desempenhos dos animais. Dentre os minerais, o fósforo (P) ocupa uma importante posição, por suas funções no metabolismo animal e por seu preço, que representa boa parte do custo dos suplementos minerais, tornando este insumo o de maior relevância na composição dos custos de produção de bovinos criados em pastagens. Nem sempre as recomendações consideradas ideais na suplementação mineral dos animais são seguidas pelos produtores e observações de campo sugerem que a produtividade animal não se relaciona com os esquemas de suplementação mineral ou com os teores de P dos suplementos utilizados. Partindo da hipótese de que as concentrações preconizadas de P podem ser reduzidos sem prejuízo para a produtividade animal, o objetivo deste ensaio foi verificar os efeitos da redução dos níveis de suplementação com P (de 4% para 1,8%) em um rebanho de vacas de corte criadas em pastagens de *Urochloa decumbens* sobre as características produtivas e reprodutivas do rebanho, bem como sobre os custos de suplementação. O trabalho foi realizado no bioma do cerrado de 2011 a 2013. As variáveis analisadas incluíram taxa de prenhez, intervalo de partos, peso ao desmame e custos com a suplementação. Não foram encontradas alterações nas características produtivas ou reprodutivas do rebanho. Entretanto, houve uma significativa redução nos custos de suplementação quando o rebanho passou a ser suplementado com a mistura mineral contendo 1,8% de P.

Palavras-Chave: bovino de corte, fósforo na dieta, reprodução, pastagens extensivas

THE IMPACT OF REDUCING THE SUPPLEMENTARY PHOSPHORUS ON FERTILITY, MATERNAL ABILITY AND COSTS WITH MINERAL SUPPLEMENTATION IN BEEF COWS GRAZING *Urochloa decumbens*

SUMMARY - Brazilian livestock consists of animals raised and finished in tropical pastures, most of them established in medium and low fertility soils. The tropical forages, however, are limited in some nutrients, especially in minerals, which can compromise the results of cattle production. Among the minerals, phosphorus (P) occupies an important position due to its role in animals' metabolism and to its cost, which represents most of the mineral supplements costs, so rendering this input the most expensive for the definition of the production costs of cattle raised in grasslands. Often, the farmers do not follow the ideal techniques for the animal's mineral supplementation and, besides that, practical observations suggest that not always the animal productivity is related to the mineral supplementation techniques or with the P contents of the supplements. Following the hypothesis that the recommended levels of P can be reduced without damaging the animal productivity, the aim of this trial was to check on the effects of reducing the phosphorus supplementation concentrations (from 4% to 1.8%) in a beef cow herd raised on *Urochloa decumbens* pastures on the productive and reproductive parameters, as well as on the supplementation costs. The study was conducted on the cerrado biome, from 2011 to 2013. Variables analyzed included pregnancy rate, calving interval, weight of calves at weaning and cost of supplementation. No changes were found for the productive and reproductive performance of the herd. However, there was a significant reduction in the supplementation costs when the herd was supplemented with a mineral mixture containing 1.8% phosphorus.

Key words: beef cattle, dietary phosphorus, reproduction, extensive grazing

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

A produção de alimentos que faça frente ao aumento da demanda devido ao crescimento da população e ao acréscimo da renda *per capita* será um grande desafio a ser enfrentado neste século pela humanidade, sobretudo pelos países superpopulosos da Ásia e nos países com taxa de crescimento populacional elevada, como na África (UNITED NATIONS, 2014). Tal fato esbarra na utilização dos recursos não renováveis do planeta como, por exemplo, a água, o solo agricultável e as reservas minerais.

O fósforo (P), elemento fundamental para os processos produtivos (principalmente sob condições intensivas), é um desses recursos, e suas fontes tendem a se esgotar rapidamente caso continuem as demandas atuais de consumo (RESENDE; FURTINA, 2007, MENDONÇA Jr, 2011). Para Gilbert (2009), as reservas de rocha fosfática estão se tornando um material estratégico para muitos países e, no futuro elas serão mais e mais valiosas. A autora acredita, ainda, que tensões sociais construir-se-ão sobre as reservas de rocha fosfática e que o mundo poderá passar de uma economia à base de petróleo para uma economia baseada em fosfatos.

Principal provedora de carne vermelha para o mundo, a pecuária de corte brasileira produz, basicamente, animais em regime de pasto. A atividade de cria está localizada, principalmente, nas áreas de cerrado e de campos naturais, caracterizadas pela baixa fertilidade do solo (GOMIDE, 1994). Mcdowell et al. (1983) e Conrad et al. (1985) afirmaram que a deficiência de P é a mais comum e economicamente importante carência nutricional dos animais em pastagens, pois prejudica a produtividade e a reprodução dos bovinos. Os mesmos autores sugeriram que, para corrigir tal problema, seja utilizada uma suplementação mineral que contenha entre 6 e 10% de P na sua

composição durante todo o ano, recomendação que se tornou praticamente um dogma na produção de animais a pasto.

A suplementação mineral constitui o insumo de maior relevância na composição dos custos de produção de gado de corte em pastagens, podendo variar de 10 a 14% dos custos totais da atividade de cria, dependendo da intensificação utilizada no sistema de produção (ANUALPEC 2014). Ainda, por ser um dos elementos presentes em maior proporção nas misturas minerais, dada a sua importância metabólica e, por constituir-se no insumo de maior impacto no custo final dos suplementos, o uso do P deve ser objeto de estudos com a finalidade de determinar sua real importância na alimentação de animais e seu potencial de contaminação ambiental, bem como as exigências dos bovinos para ganho de peso e reprodução (LEMOS et al., 2013).

Apesar de tecnicamente viável, a fabricação e a comercialização de produtos com teores inferiores a 4% de fósforo é proibida no Brasil, por meio da Instrução Normativa nº 12 de 30 de novembro de 2004 (BRASIL, 2004). Essa norma, impedindo a fabricação, tolhe o direito dos técnicos de proporem uma suplementação mineral mais adequada para cada situação ou sistema de produção no país.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O fósforo na natureza

Pouco disponível devido à sua complexa ligação na matriz do solo, o P é um dos elementos mais dispersos na natureza. Cerca de 0,10% da crosta terrestre é constituída deste mineral que, por se tratar de um elemento físico-quimicamente muito ativo, não ocorre livre, sendo comum encontrá-lo na forma de sais fosfatados. É o 11º elemento em quantidade na natureza, sendo mais

comum nas rochas vulcânicas e sedimentares, onde estão concentradas suas fontes mais abundantes. O Brasil é o sexto maior produtor de rocha fosfática no mundo, com aproximadamente 4% da produção mundial, e grande consumidor do mineral, o que o torna um importador (SOUZA; CARDOSO, 2013).

A maioria dos minérios de P dessas rochas pertence ao grupo das apatitas, quimicamente representadas como $\text{Ca}_5(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})(\text{PO}_4)_3$, que é um fosfato cristalino de cálcio com flúor, de cor variável, brilho vítreo, muito duro e com teor de pentóxido de fósforo (P_2O_5) oscilando entre 4 e 15% (FONSECA, 2014).

A maioria das fazendas do mundo não possui quantidades suficientes de P para o crescimento adequado dos vegetais e plantas que, crescendo em solos deficientes, não atendem às exigências dos animais para este elemento (MARSCHNER; DELL, 1994). Aproveitar o P sob a forma de P_2O_5 é uma necessidade única e imperiosa para que se possa, por meio de processos químicos e mecânicos, viabilizar uma indústria agropecuária mundial capaz de sustentar o contingente de seres humanos e manter as condições vitais da fauna e da flora no globo terrestre (FONSECA, 2014).

As preocupações que envolvem a criação dos bovinos para produção de carne devem ir além dos fatores biológicos inerentes ao animal. Deve haver também preocupações com o bem-estar dos funcionários e dos animais, a responsabilidade social, a segurança alimentar, a saúde humana e a preservação do meio ambiente, entre outros (HOCQUETTE et al., 2005). Nesse último aspecto, a busca pela melhor compreensão dos requisitos animais, das interações dos diversos fatores ligados à produção e novas soluções para a nutrição, devem ser uma constante do setor produtor e dos centros de pesquisa.

2.2 O cerrado brasileiro e as forrageiras tropicais

Dos 8,5 milhões de quilômetros quadrados (km²) de área de superfície total do Brasil, cerca de 21% ou, aproximadamente, 1,7 milhões de km² são ocupados por cerrados, que contêm a maior parte dos solos de baixa fertilidade do país e são caracterizadas por condições edafoclimáticas complexas e composição vegetal distinta. Os solos do bioma cerrado são geralmente profundos, de cor vermelha ou vermelha amarelada, porosos, permeáveis, bem drenados e, por isso, intensamente lixiviados. Em sua textura predomina, em geral, a fração areia, vindo, em seguida, a argila e, por último, o silte. Eles são, portanto, predominantemente arenosos ou areno-argilosos. Sua capacidade de retenção de água é relativamente baixa. Quanto às suas características químicas, eles são bastante ácidos, com pH que pode variar de menos de 4 a pouco mais de 5. Essa forte acidez é devida, em boa parte, aos altos níveis de alumínio, o que os torna aluminotóxicos para a maioria das plantas agrícolas. Por essa razão, a pecuária se expandiu nessa região com o cultivo de gramíneas africanas introduzidas, de alta produção e palatabilidade, como as braquiárias (COUTINHO, 2015).

Embora encontrado em diversas partes do país, a maior concentração de cerrado encontra-se no planalto central, caracterizando a região conhecida como Brasil pecuário central (Figura 1). Nessa região extensa e importante, localizada entre os paralelos 10 e 24 da latitude sul e os meridianos 38 e 58 da longitude ocidental nos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, estão concentrados mais de 70% dos solos de cerrado e quase 52% do rebanho bovino brasileiro (BARCELLOS et al., 1998).



Figura 1 – Área de cerrado no Brasil (<http://www.wwf.org.br/>)

A maioria das forrageiras tropicais não possui quantidades necessárias de nutrientes essenciais para o pleno crescimento, desenvolvimento e reprodução de bovinos. Essa característica de deficiência nutricional aumenta à medida que as forrageiras completam seu ciclo de crescimento (KUNKLE, 2001). Junta-se a isso a possibilidade de pouca oferta de forragem para os animais, oriunda da menor fertilidade dos solos de cerrado e do manejo inadequado das pastagens. Dessa forma, nas fazendas de gado de corte é necessário realizar a suplementação mineral, que irá suprir os minerais deficientes nas forrageiras. Quando a suplementação não é realizada ou é conduzida de forma incorreta, os animais podem ter deficiência de minerais, que resulta em subfertilidade do rebanho (KUNKLE, 2001).

A preocupação com a composição bromatológica das forrageiras exploradas nas regiões de pecuária é bastante antiga e já foi objeto de inúmeras pesquisas. Análises de várias forrageiras realizadas por Rosa (1994) indicaram que 72% das amostras tinham concentrações de P inferiores a

0,12% na matéria seca (MS). Conrad et al. (1985) analisaram 2615 amostras de distintas forragens oriundas da América Latina e encontraram teores médios de P menores que 0,30% na MS em 72,8% das amostras. Do total de amostras analisadas, apenas 27,2% tiveram valores superiores a 0,30%. De acordo com Butterworth (1985), teores de P inferiores a 0,18% na MS são característicos de forragens tropicais e que podem não atender à exigência de manutenção dos bovinos.

Serra (2010) considera baixa a produtividade do rebanho brasileiro, o que atribui, essencialmente, ao baixo desempenho reprodutivo, ao baixo potencial genético e à alimentação inadequada. Para o autor, o longo intervalo de parto (IP) verificado no plantel nacional caracteriza a baixa eficiência reprodutiva dos sistemas de criação tradicionais, que não permitem a exploração do potencial produtivo dos animais. Entretanto, a consideração do autor carece de justificativas para a definição de “baixa produtividade” e, tampouco estabelece comparações com outras situações de produtividade em regiões de pastagens tropicais.

2.3 Minerais na alimentação animal

Os minerais estão envolvidos em quase todas as vias metabólicas do organismo animal, com funções importantes nos resultados reprodutivos, na manutenção do crescimento, no metabolismo energético e na função imune, entre outras tantas funções fisiológicas, não só para a manutenção da vida como, também, para o aumento da produtividade animal (LAMB et al., 2008; WILDE, 2006). Contudo, os minerais nem sempre são encontrados em quantidades desejáveis nos alimentos, não sendo suficientes para a máxima resposta animal, o que justifica a necessidade de uma suplementação para compensar essa deficiência (PEIXOTO et al., 2005; TOKARNIA et al., 2000).

De acordo com Resende (2004), diversos minerais são necessários para o funcionamento fisiológico geral do animal, especificamente, para a reprodução. Entretanto, o autor julga as interações entre eles tão complexas que considera difícil atribuir isoladamente a eles a responsabilidade pelo aparecimento de distúrbios reprodutivos, principalmente considerando a participação efetiva do balanço proteico-energético no metabolismo animal.

Para Hersom e Kunkle (2014), os resultados mais prováveis de uma deficiência mineral crônica são vacas improdutivas e com baixa condição de escore corporal. No entanto, os mesmos autores atribuem essas condições a outros fatores diferentes, tais como ambiente, sanidade, objetivo produtivo e categoria animal. Já as deficiências minerais clínicas podem resultar em sintomas característicos, tais como a falta de pigmentação no pêlo, associada à deficiência de cobre. No entanto, muitas deficiências são marginais e não resultam em sintomas específicos (HERSOM; KUNKLE, 2014).

O fornecimento de um suplemento mineral completo contendo sal (NaCl), cálcio (Ca), P e outros minerais é recomendado para resolver o problema da deficiência mineral. Seu consumo, no entanto, varia entre os tipos de pastagens, as estações do ano e o tipo de animal. Por exemplo, para um suplemento mineral que contenha 25% de sal, 14% - 18% de Ca, 8% de P, 0,4% de zinco, 0,2% de ferro, 0,2 % de manganês, 0,15% de cobre, 0,016% de iodo, 0,01% de cobalto e 0,002% de selênio, um consumo médio voluntário de 60 g/cabeça/dia será suficiente para a maioria das condições (HERSOM; KUNKLE, 2014).

A determinação da presença de deficiência nutricional passa por uma ampla investigação, partindo-se de uma avaliação criteriosa dos dados de produtividade e históricos do rebanho, da condição física dos animais e também das técnicas de manejo e até da forrageira e demais alimentos. De acordo com Tokarnia et al. (2000) e Malafaia et al. (2014), quando a deficiência mineral é severa, torna-se facilmente detectável, uma vez que causa sinais clínicos evidentes. Porém, ainda de acordo com os autores, estados carenciais mais discretos, por cursarem com sinais pouco específicos, como redução na

taxa de crescimento, problemas de fertilidade, baixo rendimento de carcaça e menor produção de leite, são tão ou mais importantes, uma vez que passam muitas vezes despercebidos e causam perdas econômicas consideráveis

2.4 O fósforo na suplementação mineral

Entre os muitos minerais essenciais para se alcançar produtividade e saúde animal satisfatórios, o P, em particular, é um exemplo cuja deficiência pode ser extremamente prejudicial na criação de bovinos (UNDERWOOD, 1996). O P está diretamente envolvido no crescimento e na diferenciação celular, é componente dos ácidos nucleicos e das fosfoproteínas, tem função direta na utilização e na transferência de energia, atua como tamponante, mantendo os equilíbrios ácido-base intracelular e osmótico, é necessário para o metabolismo e o crescimento das bactérias ruminais e, também, para a eficiência reprodutiva (GONZÁLEZ; SILVA, 2006).

Segundo González; Silva (2006), o P é o mineral mais abundante nos animais, perfazendo 85% do esqueleto, na forma de fosfato inorgânico, onde guarda uma relação de 2:1 com o Ca e no leite, a relação do P com o Ca é de 1:1,5, significando que, em vacas em lactação, há uma maior possibilidade de deficiência de P.

O metabolismo e a importância do P na nutrição de ruminantes foram investigados e revisados de forma abrangente a partir de várias perspectivas (WINKS, 1990; TERNOUTH, 1991; BREVES; SCHRODER, 1991; AFRC, 1991; KARN, 2001; SEHESTED, 2009). Há, no entanto, uma enorme variação ambiental entre os ensaios, o que resulta em respostas diferentes, algumas vezes positivas (MORAN, 1973; GRANT, 1976; McDOWELL et al., 1982) e, outras, sem efeito (S'THIAGO et al., 2000; PEIXOTO, 2003), a respeito do uso de suplementação fosfórica na alimentação animal.

Apesar dos dados da literatura sobre o papel do P na nutrição dos bovinos, muitos desses autores consideram a possibilidade da ocorrência de outros nutrientes limitantes para a reprodução e/ou para o desempenho animal, o que pode justificar as observações práticas que demonstram que os rebanhos de cria nas regiões do cerrado do Estado do Mato Grosso do Sul (MS) não respondem ao uso de diversos níveis de P presentes nos suplementos minerais (COSTA, 2013¹).

Em um extenso estudo do conteúdo mineral das pastagens naturais, Du Toit et al. (1940) descobriram que o teor de P do pastoreio em muitas áreas da África do Sul era insuficiente para permitir que os bovinos tivessem produções aceitáveis e, a partir disso, a suplementação com P tornou-se uma prática geral e teve um efeito determinante sobre o crescimento e a reprodução de gado em algumas áreas. Porém, Winks (1990), décadas mais tarde, citou uma série de trabalhos em que esta afirmação não se concretizou. Heard (1971) apud Brouwer (2000) relaciona a ausência de efeito positivo da suplementação com P sobre a produtividade animal a deficiências sub-clínicas do mineral, que ele considerava mais importantes que as deficiências clínicas.

De acordo com o NRC (1976), as concentrações de P que atenderiam às exigências de vacas de corte em reprodução deveriam estar acima de 0,23% da MS. No entanto, a mesma publicação, no ano de 1996 (NRC, 1996), preconiza que tal categoria animal é atendida quando a concentração de P na forragem é da ordem de 0,17% na MS. A especulação sobre as exigências de P para bovinos em pastejo existe por causa da dificuldade em se determinar o P ingerido pelos ruminantes neste regime, bem como a dependência das exigências de P sobre os níveis de proteína e energia digestível do pasto, disponíveis para os animais (WALL, et al. 1996).

No Brasil, o principal aspecto que impede ou até mesmo limita a resposta à suplementação fosfórica é a restrição quantitativa na oferta de

¹COSTA, R. M. **Nutrição de ruminantes**. 2013. (Palestra apresentada no evento “Atualização em nutrição animal” na Etec Martinho di Ciero do Centro Paula Souza na cidade de Itu – SP em 15 de agosto de 2013).

ferragem para os animais, comumente verificada nas fazendas durante a época de seca, pois a parte qualitativa (porcentagem de proteína bruta e teor de energia) é, na maioria das vezes, secundária à restrição quantitativa na oferta de ferragem (MALAFAIA et al., 2004; 2014).

Ternouth et al. (1996) observaram os resultados de seis experimentos com bovinos em crescimento pesando de 140 a 480 kg e analisaram os dados para ter estimativas de suas exigências em P. Cento e cinquenta e oito conjuntos de dados foram provenientes de bovinos alojados individualmente e com dietas à base de palha de cevada oferecidas *ad libitum* ou de bovinos em pastagens. Para os animais, foram impostas várias concentrações de energia na dieta, nitrogênio (N), Ca e P. A cinética da digestão e retenção do P nos bovinos foi estudada utilizando P_{32} como marcador. Quando as concentrações plasmáticas de P inorgânico foram menores que 50 mg/L, a excreção urinária de P dos bovinos confinados foi baixa, assim como as perdas endógenas fecais em ambas as condições de alimentação. Essas perdas foram consideradas como obrigatórias e estavam relacionadas com o consumo de MS ($r^2 = 0,73$) no intervalo de 9 a 17 mg P/kg de peso vivo (PV). As necessidades totais de P de bovinos em crescimento foram estimadas em g/dia e g/kg de MS ingerida, a partir desses dados. Com esse experimento, os autores concluíram que as exigências nutricionais de P para bovinos que consomem dietas forrageiras são 40 - 50% mais baixos do que os publicados pelo AFRC (1991), apesar de utilizarem a mesma equação para as exigências líquidas para o crescimento, sugerindo que os valores publicados são superestimados. Tal situação pode, pelo menos parcialmente, explicar a razão pela qual, mesmo os rebanhos não suplementados ou inadequadamente servidos de suplementação mineral, muitas vezes têm bons índices zootécnicos.

De acordo com Serra (2010), um rebanho bem nutrido fica mais resistente às verminoses e tem seus índices de fertilidade aumentados, sendo o P suplementar e outros microminerais fundamentais para a manutenção dessa condição. No entanto, o mesmo autor atribuiu os resultados obtidos com

a suplementação de P orgânico para 800 fêmeas no cerrado do MS à oferta e à qualidade da forragem oferecida, sem encontrar alterações no P sanguíneo circulante dos animais.

2.5 Nutrição animal e reprodução

A reprodução é o principal fator limitante na eficiência da produção de bovinos de corte. A maior perda do potencial de produção de bezerros ocorre porque as vacas não conseguem engravidar, devido ao anestro pós-parto que interfere diretamente no IP e, por sua vez, na eficiência reprodutiva do rebanho (SHORT et al., 1990).

Para Fernandes (2015), ainda não se sabe muito sobre como o animal informa ao sistema nervoso central seu *status* nutricional, mas é bem sabido que a nutrição inadequada pode afetar a reprodução, pelas variações observadas na fisiologia dos animais. De acordo com o autor, apesar de existirem fatores ligados ao meio que podem contribuir para os resultados reprodutivos, a nutrição tem papel preponderante na fertilidade das fêmeas bovinas, principalmente no restabelecimento do cio pós-parto. Também para Pereira (1999), o meio é o principal responsável pela eficiência reprodutiva, uma vez que a herdabilidade para características como IP, número de serviços por concepção e longevidade apresentam valores inferiores a 0,10.

Para um bom resultado na produção de bezerros, é necessário fornecer às vacas nutrição adequada, de tal forma que produza leite suficiente para um crescimento adequado do bezerro, sem interferir negativamente na atividade cíclica pós-parto, bem como no seu escore da condição corporal (ECC) (CAMPOS et al., 2005). O efeito positivo do ECC sobre a reprodução pode ser mediado, dentre outros fatores, pela leptina, um hormônio liberado pelo tecido adiposo e que promove maior liberação de hormônio luteinizante (LH) pela hipófise e hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) pelo hipotálamo

(CAMPOS et al., 2005). De acordo com Williams et al. (2005), isso não ocorre, sobretudo, em animais submetidos a estresse nutricional. No entanto, os autores não vinculam qualquer alteração hormonal a deficiências subclínicas ou clínicas de P, ao contrário de Kunkle (2001), que afirma que a deficiência de P pode trazer subfertilidade ao rebanho.

A alimentação, a suplementação mineral, o manejo sanitário e as instalações práticas e funcionais contribuem para uma boa fertilidade das vacas. As deficiências minerais, em geral, provocam os mais variados efeitos sobre as funções produtivas e reprodutivas dos bovinos, inclusive levando ao anestro prolongado, o que ocorre devido à falta de alguns elementos minerais que exercem efeito direto sobre a esfera sexual (VANZIN, 2002). Apesar de enfático, Vanzin (2002) não discorre sobre quais minerais estão envolvidos na reprodução dos bovinos e nem como seria sua atuação fisiológica, mas recomenda a suplementação com P.

Sem dúvida, durante longos períodos de deficiência de P, este mineral pode tornar-se deficiente no rúmen, reduzindo o crescimento microbiano, a eficiência da degradação do alimento e, por vezes, a digestibilidade e o consumo de forragem (DURAND et al., 1986). No entanto, onde os suplementos fosfatados são fornecidos abaixo das quantidades preconizadas, o P da secreção salivar é muitas vezes maior do que a oferta do P dietético (LENG, 1990), situação que pode explicar os resultados observados em muitos dos casos descritos com animais em pastagens pobres.

Essas observações estão de acordo com Benopott et al. (1987) que, estudando os efeitos da suplementação mineral (sal comum (SC), SC + fosfato bicálcico (SP) e SP + micronutrientes) e da idade à desmama (seis, oito e dez meses) sobre a idade e o peso ao primeiro parto de novilhas aneladas, no pantanal mato-grossense, concluíram que a suplementação com P não afetou a idade ao primeiro parto, mas influenciou os pesos à primeira cria.

Um experimento conduzido na África do Sul por Brouwer et al. (2000), que suplementaram vacas que pastavam campos nativos, com diferentes quantidades de P (0, 4 e 8%) durante os anos de 1986 a 1990, não tiveram

diferenças no desempenho reprodutivo, mas o teor de P nos ossos foi proporcional às concentrações do elemento nos suplementos. Os autores sugeriram esse fato como indicativo de deficiência apenas no grupo que recebeu 0% de P na suplementação mineral, o que os levou a recomendar a oferta contínua de suplementos com 8% de P na composição. Os autores também ressaltam que as respostas à suplementação de P podem variar sensivelmente de uma zona para outra, podendo ser essencial em uma área e desnecessária em outra área dentro da mesma região e que, por esse motivo, a extrapolação dos resultados de uma zona para a seguinte não é recomendada.

2.6 Custos da suplementação mineral

A suplementação mineral constitui o insumo de maior relevância na composição dos custos de produção de gado de corte em pastagens (, podendo variar de 10 a 14% dos custos totais da atividade de cria, dependendo da intensificação utilizada no sistema de produção (ANUALPEC, 2014). Apesar disso, esse insumo tem uso recomendado de maneira generalizada em todas as regiões do País, o que faz com que a parcela de contribuição do suplemento mineral nos custos de produção das propriedades de produção de gado de corte seja significativa. Por isso, o diagnóstico das possíveis carências minerais dos rebanhos é fundamental para a decisão do tipo de suplemento mineral a ser utilizado e para a redução nos custos com esse insumo.

No Brasil, a fonte de P mais utilizada para suplementação mineral é o fosfato bicálcico, produto de excelente qualidade, mas de custo elevado, chegando a ser responsável por até 75% (PILATI et al., 1997) ou 85% (ROSA, 1991) do custo de uma mistura mineral de qualidade. Considerações de diversos autores levam a estimativas de que a suplementação mineral pode constituir de 20 a 30% dos custos totais de produção de gado de corte criados

em pastagens, o que justifica a realização de diversas pesquisas sobre o tema no Brasil (PEIXOTO et al., 2003, 2005; COELHO et al., 2008; LEMOS et al., 2013; MALAFAIA et al., 2004, 2014).

Para Lemos et al. (2013), por ser um dos elementos presentes em maior proporção nas misturas minerais, dada a sua importância metabólica e, por constituir-se no insumo de maior impacto no custo final dos suplementos, o uso do P deve ser objeto de estudos com a finalidade de estimar seu potencial de contaminação ambiental, bem como as exigências dos bovinos para ganho de peso e reprodução.

Por outro lado há estímulo pelo uso do P por parte da indústria de suplementos minerais, que produziu e comercializou cerca de 2,4 milhões de toneladas de suplementos minerais em 2014 (SINDIRAÇÕES, 2015). Paradoxalmente, se os bovinos recebem suplementos minerais, o volume consumido de fosfato bicálcico no mesmo ano seria suficiente para fornecer cerca de 0,05 g de P para cada animal do nosso rebanho de gado de corte, quantidade muito abaixo, portanto, das indicações e recomendações da maioria dos autores. Por outro lado, a comercialização de suplementos minerais não deixa de ser uma atividade economicamente interessante e de apresentar um mercado potencialmente grande.

Essa incoerência torna o assunto inesgotado mas, do ponto de vista prático, verifica-se que a suplementação com altas concentrações de fósforo representa, na maioria das vezes, um custo desnecessário na pecuária.

2.7 Considerações finais

Desde o princípio das pesquisas com P, na década de 20, Arnold Theiler atribuía ao elemento uma função específica sobre a reprodução bovina (THEILER et al. 1924, 1928). Segundo ele, quando o mineral era suplementado aos animais na forma de farinha de ossos, ocorria uma elevação na taxa de

natalidade, de 51 para 80%. Além destes efeitos, também eram observados uma redução na mortalidade e um maior desenvolvimento ponderal dos bezerros. Mais tarde, na década de 30, Theiler, citado por Rosa (1993), concluiu que a deficiência de P, isoladamente, não seria capaz de influenciar a fertilidade dos bovinos. Mesmo assim, as pesquisas buscando atribuir um papel de maior relevância ao uso irrestrito de suplementos à base de P para os animais em pastagens consideradas, empiricamente, pobres neste elemento, prosseguiram.

Ao longo dos últimos 20 anos, a nutrição de ruminantes se desenvolveu, tornando a produção de carne e leite mais eficientes, possibilitando um melhor uso dos recursos forrageiros. Com a melhoria da nutrição, existe o potencial para duplicar ou mesmo quadruplicar a produção dos ruminantes, sem aumentar sua população mundial total (LENG, 2008). Porém, não considerar os avanços nas pesquisas, a evolução tecnológica nas análises, a grande variedade de sistemas de produção no Brasil, a diversidade de espécies forrageiras e tipos de solos, as diferentes raças exploradas e os diferentes objetivos produtivos dos rebanhos, é negar a ciência. Por conseguinte, a adequação da alimentação dos animais e dos programas de suplementação mineral melhora a relação entre os custos e os resultados financeiros da atividade de produção de carne a partir das pastagens tropicais.

Não obstante, ignorar a finitude das reservas mundiais de P e seu potencial poluente sob a forma de sais solúveis, é agir com inconseqüência diante da gravidade destes fatores no equilíbrio ambiental do planeta.

Considerando a hipótese de que as concentrações de P nos suplementos minerais possam ser diminuídas sem afetar a produtividade animal, este trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos da redução da concentração de P na suplementação de um rebanho de vacas de corte sobre os parâmetros produtivos e reprodutivos, bem como sobre os custos de suplementação.

REFERÊNCIAS

AFRC. Agricultural and Food Research Council. **A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle**. Technical Committee on Responses to Nutrients. Report n. 6, CAB International, 1991. p. 573-612 (Nutrition Abstracts and Reviews B: Feeds and Feedstuffs. v. 61).

ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. **Custo da pecuária intensiva/semi-intensiva em 25 regiões pecuárias (2013)**. 21. ed. São Paulo SP: FNP, 2014. p. 145 - 183.

BARCELLOS, J. M.; ECHEVERRIA L. C. R; PIMENTEL, D. M.; SOARES, W. V.; VALLE, L. S. Beef cattle production on low fertility soils of Brazil: study of two production systems in Mato Grosso do Sul using the model simulation method. In: SANCHEZ, P. A.; TERGAS, L. E. **Pasture production in acid soils of the tropics** Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1998 p. 301 – 310.

BENOPOTT, P. A. R. B.; ALMEIDA, T. L.; TULLIO, W. R. Desempenho reprodutivo de bovinos na sub-região dos Paiaguás do pantanal mato-grossense. 1. Efeito da suplementação mineral e da idade de desmama sobre a idade e o peso ao primeiro parto. **Pesquisa. Agropecuária Brasileira**, v. 22, n. 9, p. 1067 - 1073, 1987.

BREVES, G.; SCHRODER, B. Comparative aspects of gastrointestinal phosphorus metabolism. **Nutrition Research Reviews** v. 4, p. 125 -140, 1991.

BROUWER, C. H. M.; CILLIERS, J. W.; VERMAAK, L. M.; Van Der MERWE, H. J.; GROENEWALD, P. C. N. Phosphorus supplementation to natural pasture grazing for beef cows in the Western Highveld region of South Africa. **South African Journal of Animal Science**, v. 30, n. 1, p. 43 – 52, 2000.

- BUTTERWORTH, M. H. Phosphorus deficiencies and their corrections. In: BUTTERWORTH, M. H. **Beef cattle nutrition and tropical pastures**. London, UK: Logman, 1985. p. 40 -75.
- CAMPOS, W. E.; SAUERESSIG, M. G.; SATURNINO, H. M.; SOUZA, B. M.; AMARAL, T. B.; FERREIRA, F. **Manejo reprodutivo em gado de corte**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 54 p. Documento 134.
- COELHO, F. S.; OLIVEIRA, C. M.; SILVA, D. F.; VILLELA, S. D. J. Levantamento e análise dos custos médios de produção de bovinos de corte no município de Curvelo, Minas Gerais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL 46, 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa, UFV, 2008.
- CONRAD, J. H.; McDOWELL, L. R.; ELLIS, G. L.; LOOSLI, J. K. **Minerais para ruminantes em regiões tropicais**. Gainesville: University of Florida, 1985. 90 p.
- COUTINHO, L. M. **Aspectos do cerrado**. Disponível em <http://ecologia.ib.usp.br/cerrado/aspectos_solo.htm>. Acesso em: 08 Jul 2015.
- Du TOIT, P. J.; LOUW, J. G.; MALAN, A. I. A study of the mineral and feeding value of natural pastures in the Union of South Africa. **Onderstepoort Journal of Veterinary Sciences**, v. 14, p. 123 – 134, 1940.
- DURAND, M.; BEAUMATIN, P.; DUMAY, C.; MESCHY, F.; KOMISARCZUK, S. **Reproduction Nutrition Development**, v. 26, n 1B, p. 297 – 298, 1986.
- FERNANDES, C. A. C. **Nutrição de doadoras e receptoras**: partes 1 e 2. Disponível em <<http://www.beefpoint.com.br/>>. Acesso em: 15 Jun 2015.
- FONSECA D. S. **Sumário mineral brasileiro 2014**: fosfato. Departamento Nacional da Produção Mineral. 2014. 2 p. Disponível em <<http://www.dnpm.gov.br>> Acesso em: 15 Maio 2015.
- GILBERT, N. The disappearing nutrient. **Nature**, v. 461, n. 8, p. 716 – 718, 2009.

GOMIDE, J. A. Exploração de pastagem em solos de baixa fertilidade. In: PEIXOTO, A. M., MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Eds.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2. ed. Piracicaba, SP: FEALQ, 1994. p. 12 - 25.

GONZALÉZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica veterinária**. Santa Maria: UFRGS. 2. ed. 2006. 888 p.

GRANT, J.L. Response of steers to phosphorus supplementation and zeranol. **Rhodesia Annual Report**, 1975/76, p. 68 -70, 1976.

HERSOM M.; KUNKLE, W. E. **Strategies for cost-effective supplementation of beef cattle**. Gainesville: University of Florida, 2014. Disponível em <<http://edis.ifas.ufl.edu>>. Acesso em: 01 Jun 2015.

HOCQUETTE, J. F.; RICHARDSON, R. I.; PRACHE, S.; MEDALE, F.; DUFFY, G.; SCOLLAN, N. D. The future trends for research on quality and safety of animal products. **Italian Journal of Animal Science**, v. 4, p. 49-72, 2005.

KARN, J.F. Phosphorus nutrition of grazing cattle: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 89, p. 133 –153, 2001.

KUNKLE, W. E. **Strategies for cost effective supplementation of beef cattle**. Gainesville: University of Florida, 2001. Disponível em <<http://www.edis.ifas.ufl.edu>>. Acesso em: 01 Jun 2015.

KUNKLE, W. E.; SAND, R. S.; GARCES-YEPEZ, P. **Strategies for successful development of beef heifers**. Gainesville: University of Florida, 2014. Disponível em <<http://edis.ifas.ufl.edu>>. Acesso em 01 Jun 2015.

LAMB, G. C.; BROWN, D. R.; LARSON, J. E.; DAHLEN, C. R.; DILORENZO, N.; ARTHINGTON, J.; DICOSTANZO, A. Effect of organic or inorganic trace mineral supplementation on follicular response, ovulation, and embryo production in superovulated Angus heifers. **Animal Reproduction Science**, v. 106, n. 3, p. 221 - 231, 2008.

LEMOS, G. C.; COSTA, R. M.; GARCIA-NETO, M.; MALAFAIA, P. M. Desempenho ponderal de bovinos Nelore suplementados com fontes

alternativas de fósforo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 188 – 192, 2013.

LENG, R. A. Decline in available world resources; implications for livestock production systems in Asia. **Livestock Research for Rural Development**. v. 20, p. 20008. Disponível em <<http://www.lrrd.org/lrrd20/1/leng20008.htm>>. Acesso em: 15 Jun 2015.

LENG, R. A. Factors affecting the utilization of 'poor-quality' forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**, v. 3, p. 277 – 303, 1990.

MALAFAIA, P.; PEIXOTO, P. V.; GONÇALVES, J. C. S.; MOREIRA, A. L.; COSTA, D. P. B.; CORREA, W. S. Ganho de peso e custos em bovinos de corte submetidos a dois tipos de suplementos minerais. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 24, n. 3, p. 160 – 164, 2004.

MALAFAIA, P.; COSTA, R. M.; BRITO, M. F.; PEIXOTO, P. V.; BARBOSA, J. D.; TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J. Equívocos arraigados no meio pecuário sobre deficiências e suplementação minerais em bovinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 244 – 249, 2014.

MARSCHNER, H.; DELL, B. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. **Plant and Soil**. v. 159, p. 89 – 102, 1994.

McDOWELL, L. R.; BAVER, B.; GALDO, E.; KOGER, M.; LOOSLI, J. K.; CONRAD, J. H. Mineral supplementation of beef cattle in the Bolivian tropics. **Journal of Animal Science**, v. 55, n. 4, p. 964 – 970, 1982.

MENDONÇA Jr, A. F.; BRAGA, A. P.; RODRIGUES, A. P. M. S.; SALES, L. E. M.; MESQUITA, H. C. Minerais: importância de uso na dieta de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 7, n. 1, p. 1 – 13, 2011.

MORAM, J. B. Effect of meat and bone meal supplements on growth of weaner cattle on dry season improved pasture at Adelaide River. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v. 61, p. 134 -141, 1973.

NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6. ed. Washington, DC: National Academy Press, 1996.

NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of domestic animals**. 5. ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1984.

PEIXOTO, P. F. V.; MALAFAIA, P.; BARBOSA, J. D.; TOKARNIA, C. H. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 195 - 200, 2005.

PEIXOTO, P. V.; MALAFAIA, P. M.; MIRANDA, L. V.; CANELLA, C. C. F.; VILAS BOAS, F. V. Eficiência reprodutiva de matrizes bovinas de corte submetidas a três diferentes tipos de suplementação mineral. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 125 – 130, 2003.

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 2 ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 1999. 496 p.

PILATI, C.; ROSA, I. V.; DAURELL, M. S.; DOBEREINER, J.; DAMMRICH, K. Estudos histológico-morfométricos e microrradiográficos de costela de bovinos suplementados com fosfato de rocha de Tapira. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 17, p. 96 - 104, 1997.

RESENDE, O. A. Problemas não infecciosos que afetam a reprodução dos bovinos: visão do veterinário de campo. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 25, n. 2, 2004.

RESENDE, A.V.; FURTINIA, E. **Aspectos relacionados ao manejo da adubação fosfatada em solos do cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 30 p. Documento 195.

ROSA, I.V. **Deficiências minerais e desempenho reprodutivo de ruminantes**. Campo Grande, MS: Embrapa CNPGC, 1993. 46 p. Circular Técnica 23.

ROSA, I. V. Emprego de fontes de fósforo de diferentes solubilidades para bovinos. In: MINI-SIMPÓSIO DO COLEGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 6, 1991, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: CBNA, 1991. p. 35-52.

ROSA, I. V. Suplementação mineral de bovinos sob pastejo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 1994. Campinas. **Anais...** Campinas, SP: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p. 213 – 243.

SEHESTED, J.; LUND, P.; WEISBJERG, M. R.; HVELPLUND, T. Effect of low dietary P on rumen microbial P metabolism and synthesis. In: CHILLIARD, Y.; GLASSER, F.; FAULCONNIER, Y.; BOCQUIER, F.; VEISSIER, I.; DOREAU, M. **Ruminant physiology: digestion, metabolism, and effects of nutrition on reproduction and welfare.** The Netherlands: Wageningen Academic, 2009. p. 354 – 355.

SERRA, H. M. **Desempenho reprodutivo e perfil metabólico de fêmeas bovinas da raça nelore e ½ canchim X ½ nelore suplementadas com fósforo orgânico.** 2010. 68 f. – Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Camilo Castelo Branco, Descalvado, 2010.

SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A.; STAIGMILLER, R. B.; BERARDINELLI J. G.; CUSTER, E. E. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 3, p. 799 – 816, 1990.

SINDIRAÇÕES. Sindicato Nacional da Indústria de Rações. **Boletim informativo do setor:** jun 2015. 8 p. Disponível em <http://sindiracoes.org.br/wp-content/uploads/2015/06/boletim_informativo_do_setor_junho_2015_sindiracoes_site.pdf>. Acesso em: 14 Jul 2015.

SOUZA A. E., CARDOSO, V. R. S. **Sumário mineral brasileiro 2008:** fosfato. Departamento Nacional da Produção Mineral. 2013. 2 p. Disponível em <<HTTP://www.dnpm.gov.br>>. Acesso em: 15 Maio 2015.

S'THIAGO, L. R. L.; MORAES, S. S.; NICODEMO, M. L. F.; ROSA, I. V.; BRORING N. Efeito do fósforo suplementar sobre o desempenho reprodutivo de vacas de corte em pastagem de *Brachiaria humidicola*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 449 – 456, 2000.

TERNOUTH, J.H. Phosphorus and beef production in northern Australia. 3. Phosphorus in cattle: a review. **Tropical Grasslands**, v. 24, p. 159 – 169, 1991.

TERNOUTH, J. H.; BORTOLUSSI, G; COATES, D. B.; HENDRICKSEN, R. E.; McLEAN, R. W. The phosphorus requirements of growing cattle consuming forage diets. **The Journal of Agricultural Science**, v. 126 n. 4, p. 503 – 510, 1996.

THEILER, A.; GREEN, H. H.; Du TOIT, P. T. Phosphorus in the livestock industry. **Journal of the Department of Agriculture of South Africa**, v. 8, p. 460 – 504, 1924.

THEILER, A.; GREEN, H. H.; Du TOIT, P. T. Studies in mineral metabolism. III. Breeding of cattle on phosphorus deficient pasture. **Journal of Agricultural Science**, v. 63, p. 369-371, 1928.

TOKARNIA, C. H.; DOBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 127 - 138, 2000.

UNDERWOOD, E. **The Mineral Nutrition of Livestock**. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1996. p. 38.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **The mineral nutrition of livestock**. London, UK: CABI, 1997. 609 p.

UNITED NATIONS. **World population projected to reach 9.6 billion by 2050 with most growth in developing regions, especially Africa – says UN**. UN, 2013. Disponível em: http://esa.un.org/unpd/wpp/Documentation/pdf/WPP2012_Press_Release.pdf >. Acesso em: 31 mar. 2014.

VANZIN, I. M. **Equação de resultados**. Manual “on line”. 2002. Disponível em <<http://www.pecplanabs.com.br>>. Acesso em: 09 Jun 2015.

WALL, H. O.; RANDAL, J. H. R.; KOEKEMOER, G. J. The effects of phosphorus supplementation on body mass and reproduction of grazing beef cows supplemented with different levels of phosphorus at Armoedsvlakte. **South African Journal of Animal Science**, v. 26, n. 2, p. 29 – 36, 1996.

WILDE, D. Influence of macro and micro minerals in the peri-parturient period on fertility in dairy cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 96, p. 240 - 249, 2006.

WILLIAMS, G. L.; ZIEBA, D. A.; AMSTALDEN, M. Leptina: base fisiológica e potencial terapêutico. In: CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 9. 2005. Uberlandia. **Anais...** Uberlandia, MG: CONAPEC, 2005. p. 167-177.

WINKS, L. Phosphorus and beef production in northern Australia. 2. Responses to phosphorus by ruminants: a review. **Tropical Grasslands**, v. 24, p. 140 – 158, 1990.

CAPÍTULO 2 – IMPACTO DA REDUÇÃO DO FÓSFORO SUPLEMENTAR SOBRE FERTILIDADE, HABILIDADE MATERNA E CUSTOS COM SUPLEMENTAÇÃO MINERAL EM VACAS DE CORTE MANTIDAS EM *Urochloa decumbens*

Rogério M. Costa^{1*}; Pedro A. M. Malafaia²; Elisa H. G. Ponsano³

^{1,3} Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal, Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba/Unesp; ² Departamento de Nutrição Animal e Pastagens, Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Autor para correspondência: rogerio@exitorural.com.br

Resumo

O objetivo deste ensaio foi observar os efeitos da redução dos níveis de suplementação com fósforo (de 4% para 1,8%) em um rebanho de vacas de corte criadas em forragem tropical (*Urochloa decumbens*) sobre as características produtivas e reprodutivas do rebanho, bem como sobre os custos de suplementação. O trabalho foi realizado no Cerrado (Água Clara – MS), durante os anos de 2011 a 2013. A concentração de fósforo da forragem foi analisada mensalmente pelo período de um ano e mostrou uma média de $0,19 \pm 0,05\%$. As variáveis analisadas incluíram taxa de prenhez, intervalo de partos, peso ao desmame e custos de suplementação. Não foram encontradas alterações nas características produtivas ou reprodutivas do rebanho. Entretanto, houve uma significativa redução nos custos de suplementação quando o rebanho passou a ser suplementado com a mistura mineral contendo 1,8% de fósforo.

Palavras chave: bovino de corte, fósforo na dieta, reprodução, pastagens extensivas

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of reducing the levels of phosphorus supplementation (from 4% to 1.8%) for beef cows grazing tropical pastures (*Urochloa decumbens*) on the productive and reproductive parameters of the herd, as well as the impact on the supplementation costs. The experiment was carried out on Cerrado conditions (Água Clara – MS), during the years 2011 to 2013. The phosphorus concentration of the forage was monthly analyzed during one year and averaged $0.19 \pm 0.05\%$. Variables analyzed included pregnancy rate, calving interval, weight of calves at weaning and cost of supplementation. There were no changes in the productive and reproductive parameters of the herd. However, the cost of supplementation was significantly lower when the herd was supplemented with the mineral mix containing 1.8% phosphorus.

Key words: beef cattle, dietary phosphorus, reproduction, extensive grazing.

1 Introdução

A produção de alimentos que faça frente ao aumento da demanda devido ao crescimento da população e ao acréscimo da renda *per capita* será um grande desafio a ser enfrentado neste século pela humanidade, sobretudo pelos países superpopulosos da Ásia e pelos países com taxa de crescimento populacional elevada, como na África (UNITED NATIONS, 2014). Tal fato esbarra na utilização dos recursos não renováveis do planeta como, por exemplo, a água, o solo agricultável e as reservas minerais. O fósforo, elemento fundamental para os processos produtivos (principalmente sob condições intensivas) é um desses recursos e suas fontes tendem a se esgotar rapidamente caso continuem as demandas atuais de consumo (RESENDE; FURTINA, 2007, MENDONÇA Jr, 2011).

Principal provedora de carne vermelha para o mundo, a pecuária de corte brasileira produz, basicamente, animais em regime de pasto. A atividade de cria está localizada principalmente nas áreas de cerrado e de campos naturais, caracterizadas pela baixa fertilidade do solo (GOMIDE, 1994). No Brasil, cerca de 80% das terras agricultáveis têm baixos teores de fósforo (BUTOLO, 2002), o que determina a necessidade, maior ou menor, de suplementação fosfórica aos animais, para que estes tenham desempenho compatível e se justifique a viabilidade econômica da atividade (LEMOS et al., 2013).

Mcdowell et al. (1983) e Conrad et al. (1985) afirmaram que a deficiência de P é a mais comum e economicamente importante carência nutricional dos animais em pastagens, pois prejudica a produtividade e a reprodução dos bovinos.. Os mesmos autores sugeriram que, para corrigir tal problema, seja utilizada uma suplementação mineral que contenha 8% de fósforo na sua composição durante todo o ano, recomendação que se tornou praticamente um dogma na produção de animais a pasto.

O metabolismo e a importância do fósforo na nutrição de ruminantes foram investigados e revisados de forma abrangente a partir de várias perspectivas (WINKS, 1990; TERNOUTH, 1991; BREVES; SCHRODER, 1991; AFRC, 1991; KARN, 2001; SEHESTED et al., 2009). Há, no entanto, uma enorme variação ambiental entre os ensaios, o que resulta em respostas diferentes, algumas vezes positivas (MORAN, 1973; GRANT, 1976; MCDOWELL et al., 1982) e, outras, sem efeito (S'THIAGO et al., 2000; PEIXOTO et al., 2003), a respeito do uso de suplementação fosfórica na alimentação animal.

Apesar da farta literatura sobre o papel do fósforo na nutrição dos bovinos, muitos desses autores consideram a possibilidade da ocorrência de outros nutrientes limitantes para a reprodução e/ou para o desempenho animal, o que pode justificar as observações práticas que demonstram que os rebanhos de cria nos solos de cerrado do Estado do Mato Grosso do Sul (MS)

não respondem ao uso de diversos níveis de fósforo presentes nos suplementos minerais (COSTA, 2013¹).

Desde o princípio das pesquisas com fósforo, na década de 20, Arnold Theiler atribuía ao elemento uma função específica sobre a reprodução bovina (THEILER et al. 1924, 1928). Segundo ele, quando o mineral era suplementado aos animais na forma de farinha de ossos, ocorria uma elevação na taxa de natalidade, de 51 para 80%. Além destes efeitos, também eram observados uma redução na mortalidade e um maior desenvolvimento ponderal dos bezerros. Mais tarde, na década de 30, Theiler concluiu que a deficiência de fósforo, isoladamente, não seria capaz de influenciar a fertilidade dos bovinos (ROSA, 1993).

A suplementação mineral constitui o insumo de maior relevância na composição dos custos de produção de gado de corte em pastagens, podendo variar de 10 a 14% dos custos totais da atividade de cria, dependendo da intensificação utilizada no sistema de produção (ANUALPEC, 2014). Ainda, por ser um dos elementos presentes em maior proporção nas misturas minerais, dada a sua importância metabólica e, por constituir-se no insumo de maior impacto no custo final dos suplementos, o uso do fósforo deve ser objeto de estudos com a finalidade de determinar sua real importância na alimentação de animais e seu potencial de contaminação ambiental, bem como as exigências dos bovinos para ganho de peso e reprodução (LEMOS, 2013).

Considerando a hipótese de que as concentrações de fósforo nos suplementos minerais possam ser diminuídas sem afetar a produtividade animal, este ensaio teve o objetivo de avaliar os efeitos da redução da concentração de fósforo na suplementação de um rebanho de vacas de corte sobre os parâmetros produtivos e reprodutivos, bem como sobre os custos de suplementação.

2 Material e Métodos

O estudo foi conduzido na fazenda Santa Terezinha, município de Água Clara – MS (20°29'56"S, 052°22'7"W) durante os anos de 2011 a 2013. A propriedade está localizada na região do cerrado do MS, onde se desenvolve a pecuária extensiva com cria, recria e engorda de bovinos de corte da raça Nelore, sob rigoroso controle zootécnico e veterinário. Na propriedade é adotado o sistema de pastejo contínuo com lotação variável em função da oferta de forragem. As pastagens são formadas com *Urochloa decumbens*, sem qualquer prática de adubação ou correção de solo e os piquetes possuem aproximadamente 100 ha, aguadas naturais e cochos para suplementação mineral.

O rebanho de cria original era composto por aproximadamente 1500 fêmeas (Tabela 1), que recebiam suplemento mineral comercial com 4% de fósforo, abaixo das concentrações preconizadas e recomendadas por McDowell e Conrad (1977) e McDowell (1996). Nas estações de monta de 2011, 2012 e 2013, as vacas em fase reprodutiva e com idade entre quatro e 12 anos foram aleatoriamente divididas em dois grupos e passaram a receber, a partir daí e por todo o período experimental, suplemento mineral com 1,8% (P_{1,8}) ou com 4% de fósforo (P_{4,0}) (Tabela 2). Os grupos foram compostos de modo a ocuparem cada pasto mantendo a carga animal média da fazenda, de aproximadamente 0,7 UA/ha.

Tabela 1 - Número de animais considerados nos cálculos e envolvidos no experimento (em cabeças)

	Ano									
	Período do teste									
	2008	2009	2010	2011		2012		2013		2014
Suplemento	P _{4,0}	P _{4,0}	P _{4,0}	P _{1,8}						
Vacas	726	1262	1146	549	543	370	360	291	263	1181
Bezerros	394	624	557	212	204	187	158	146	127	549
Bezerros pesados	394	624	557	212	204	187	158	91	78	549
Bezerras	408	613	525	222	220	175	150	145	134	521
Bezerras pesadas	408	613	525	222	220	175	150	97	82	521

P_{1,8} = suplemento mineral com 1,8% de fósforo; P_{4,0} = suplemento mineral com 4,0% de fósforo.

No ano de 2008, o número de bezerros foi maior do que o número de vacas porque foram considerados inclusive os bezerros cujas mães não entraram no grupo a ser controlado.

A utilização do suplemento P_{1,8} foi baseada no prévio diagnóstico clínico-nutricional do rebanho, na observação das condições das pastagens e na observação dos resultados das análises bromatológicas da forrageira. A reposição do suplemento mineral nos cochos era feita semanalmente, durante o manejo normal da fazenda, ou sempre que esses estivessem pouco abastecidos, de forma a não permitir a ausência do produto.

A estação de monta (EM), em regime de monta natural, tinha início em setembro e final em dezembro. Os touros ficavam em pastagens destinadas a essa categoria e eram colocados no grupo de vacas já paridas numa relação de 1:25, sempre observando a idade e o peso dos touros para minimizar distúrbios ligados à hierarquia da liderança social entre os animais.

Tabela 2 – Níveis de garantia dos produtos utilizados no teste e no cálculo de custos

Componente	Unidade	Produtos	
		P _{1,8}	P _{4,0}
Umidade (máximo)	%	10	10
Cálcio (máximo)	g/kg	45	82
Fósforo (mínimo)	g/kg	18	40
Sódio (mínimo)	g/kg	275	220
Magnésio (mínimo)	mg/kg	5000	5000
Manganês (mínimo)	mg/kg	500	500
Cobre (mínimo)	mg/kg	2000	2000
Cobalto (mínimo)	mg/kg	150	150
Zinco (mínimo)	mg/kg	4000	4000
Iodo (mínimo)	mg/kg	90	90
Selênio (mínimo)	mg/kg	10	10
Flúor (máximo)	mg/kg	200	400

O critério de descarte das matrizes foi baseado em características como não prenhez ao final da EM, presença de doenças da esfera reprodutiva, baixa habilidade materna, agressividade no manejo da maternidade, tetos grossos ou defeituosos, idade avançada e lesões traumáticas, especialmente no aparelho locomotor. Após o início do teste, as vacas descartadas em função do programa de seleção da fazenda eram retiradas do grupo e não repostas, razão pela qual o número de vacas avaliadas sofreu redução a cada ano (Tabela 1).

O desempenho reprodutivo foi avaliado por meio das determinações da taxa de prenhez e do intervalo de partos (IP). A habilidade materna foi medida pelo peso dos bezerros ao desmame corrigido para 240 dias (P₂₄₀), uma vez que o desmame dos animais era realizado por volta dos oito meses de idade. A forragem foi amostrada mensalmente, com as mãos, simulando o pastejo, e antes do início do teste, durante um ano (de julho de 2009 a junho de 2010) e submetida à análise bromatológica segundo a metodologia proposta por Castro (2004). As precipitações pluviométricas anuais foram registradas

diariamente e as precipitações mensais foram, posteriormente, agrupadas nos quatro meses que antecedem a EM e nos quatro meses da própria EM.

Para a interpretação dos dados econômicos foi empregada uma comparação de valores das despesas anuais com os dois esquemas de suplementação utilizados ($P_{1,8}$ e $P_{4,0}$) e um convencional. Para avaliar o efeito dos dois suplementos sobre os parâmetros IP e P_{240} , os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e a significância das diferenças entre as médias foi verificada pelo teste de Tukey. As análises foram realizadas segundo o PROC GLM do sistema SAS 9.3 (SAS, 2014). O nível de probabilidade adotado foi de 5% de erro.

Para a interpretação das variáveis produtivas referentes à prenhez do rebanho dentro dos anos de coleta de dados, os animais não foram considerados unidades experimentais, mas sim o comportamento do grupo em cada ano. Como o objetivo da análise foi restrito ao desempenho dos anos de experimento e circunscrito à propriedade, os resultados de prenhez foram relatados como a média do rebanho, num dado ano-base.

3 Resultados e discussão

3.1 Aspectos reprodutivos

A hipótese de que a diminuição na concentração de fósforo na suplementação mineral não alterasse os parâmetros reprodutivos foi confirmada neste experimento, que investigou por três anos um número significativo de matrizes. Não houve relação entre os teores de fósforo nos dois tipos de suplementos minerais e a fertilidade das vacas (Tabela 3). Os índices reprodutivos anteriores ao início do teste, obtidos com a utilização de um suplemento mineral $P_{4,0}$ foram considerados como referência para a comparação com os valores obtidos durante os anos do teste.

Tabela 3 – Parâmetros reprodutivos de vacas de corte em pastagens de *U. decumbens* no cerrado do Mato Grosso do Sul submetidas a diferentes concentrações de fósforo no suplemento mineral

	Ano									
	Período do teste									
	2008	2009	2010	2011		2012		2013		2014
Suplemento	P _{4,0}	P _{4,0}	P _{4,0}	P _{1,8}						
Total de vacas	1562	1424	1146	437	425	338	342	273	255	1125
Vacas prenhes	1430	1262	984	393	380	304	303	242	226	986
Prenhez (%)	91,6	89,4	85,9	89,9	89,5	89,9	88,6	88,6	88,6	87,6

P_{1,8} = suplemento mineral com 1,8% de fósforo; P_{4,0} = suplemento mineral com 4,0% de fósforo

Considerando que o único tipo de suplementação alimentar realizado na fazenda foi a mineral, os índices reprodutivos tornaram-se altamente dependentes da precipitação pluviométrica que, por sua vez, definiram de forma direta a oferta de forragem para o rebanho. Toda a região centro-oeste, incluindo a localidade onde se realizou o experimento, foi acometida por uma distribuição anormal de chuvas durante dois anos consecutivos, 2009 e 2010 (Tabela 4). Especialmente, no ano de 2010, verificou-se um período de quase 150 dias sem qualquer precipitação na fase que antecede a EM, o que comprometeu severamente a condição corporal do rebanho e que pode ter reduzido a fertilidade nesse ano (Tabela 5).

Peixoto et al. (2003) observaram redução da fertilidade em função de estiagem prolongada antes da EM de vacas de corte em condições de pastagem. É importante ressaltar que, por razões intrínsecas ao gerenciamento da fazenda, nos anos referentes ao teste com a fórmula contendo 1,8% de fósforo, a EM (para ambos os suplementos minerais) foi reduzida em 30 dias, o que deve ser considerado na comparação dos resultados de fertilidade obtidos nos anos anteriores ao ensaio, independente dos suplementos utilizados.

Tabela 4 - Precipitação pluviométrica mensal e média na fazenda, de 2008 a 2014 (em mm³)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2008	281	130	203	163	30	22	0	0	22	117	126	125	1219
2009	161	223	148	20	70	44	76	118	84	147	99	271	1461
2010	295	165	56	0	10	0	5	0	123	144	135	86	1019
2011	274	230	316	291	10	26	11	0	0	234	110	160	1662
2012	469	90	83	77	57	235	12	0	127	117	59	295	1621
2013	171	275	182	62	15	137	37	0	67	122	92	182	1342
2014	142	135	47	104	28	16	90	0	111	67	360	276	1376
Média	276	224	153	97	68	52	31	24	70	126	143	216	1484

Vacas de corte mestiças em regime de criação extensiva não tiveram diferenças nos índices reprodutivos quando receberam apenas cloreto de sódio ao invés da suplementação mineral completa (PEIXOTO et al., 2003). Também foi observado que vacas aneloradas, separadas em dois grupos - com zero e 6% de fósforo no suplemento mineral - mantidas em pastagens de *B. humidicola*, não exibiram diferenças nos índices reprodutivos durante seis anos de avaliação (S'THIAGO et al., 2000).

Tabela 5 - Precipitação pluviométrica média dos quatro meses anteriores e dos quatro meses da estação de monta na fazenda (em mm³)

Ano	Pré-estação (Maio, Junho, Julho, Agosto)	Estação (Setembro, Outubro, Novembro, Dezembro)
2008	52	390
2009	308	601
2010	15	488
2011	47	504
2012	304	598
2013	189	463
2014	134	814
Média	149,8	551,1

Observações em rebanhos de corte nas diversas regiões do Brasil central e em solos de baixa fertilidade na Bolívia, onde a suplementação mineral não considera as recomendações de McDowell e Conrad (1977) e McDowell (1996) não permitiram perceber qualquer associação entre concentrações de P na suplementação dos animais com os resultados reprodutivos (COSTA, 2013¹).

Outro índice importante e que afeta diretamente o resultado reprodutivo é o período entre dois partos consecutivos, denominado comumente de intervalo de partos (IP). Novamente, em relação a esse parâmetro, não foram observadas diferenças durante o período do teste (Tabela 6). No entanto, constatou-se um aumento significativo no IP no ano de 2009 em comparação com 2008 e 2010, quando o suplemento utilizado era apenas o P_{4.0}. Este fato deveu-se diretamente ao período de estiagem observado na fase pré-estação, conforme discutido anteriormente. No ano de 2011, foi implantado na fazenda um programa de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) apenas nas vacas submetidas ao P_{4.0}, sendo que apenas 30% das vacas submetidas ao protocolo tiveram prenhez positiva. Obviamente, as demais conceberam muito mais tarde do que habitualmente o fariam, prolongando, assim, o IP. Esta é a provável razão para a significativa diferença entre os tratamentos, uma vez que não seria esperado que o tratamento com maior concentração de fósforo tivesse um resultado inferior. Esse mesmo fenômeno repetiu-se no ano seguinte e, no ano de 2013, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Tal situação ocorreu também com novilhas de corte suplementadas com quantidades inferiores (66%) e superiores (172%) aos preconizados pelo NRC (1996), que não responderam com diferenças nas taxas de prenhez e nem na densidade óssea dos animais após dois anos de avaliação (CALL, 1978).

Tabela 6 - Intervalo de partos (IP) de vacas de corte em pastagens de *U. decumbens* no cerrado do Mato Grosso do Sul, com duas concentrações de fósforo no suplemento mineral

		Ano													
		Período do teste													
		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014	
P _{1,8}	M	-	-	-	-	-	376,7	A y	359,8	B y	374,1	A	378,9	A	
	DP						39,7		27,0		27,6		29,0		
	N						(549)		(360)		(291)		(1144)		
P _{4,0}	M	354,4	D	382,8	B	359,2	D	403,1	A x	373,2	C x	377,3	CB	-	
	DP	25,2		38,3		29,2		41,5		35,8		37,4			
	N	(726)		(1262)		(1146)		(543)		(370)		(263)			

P_{1,8} = suplemento mineral com 1,8% de fósforo; P_{4,0} = suplemento mineral com 4,0% de fósforo; M = média; DP = desvio padrão; N = Número de animais avaliados. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (A, B, C) nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras minúsculas (x, y) na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

3.2 Aspectos produtivos

O peso ao desmame é fundamental em bovinos de corte, visto que, nesse momento, obtêm-se os primeiros dados sobre o desempenho do animal, além de se poder avaliar a habilidade materna das vacas, uma vez que elas são responsáveis por, aproximadamente, 60% do crescimento do bezerro nesse período. Portanto, o peso ao desmame é um índice altamente dependente de uma condição nutricional adequada da vaca e do próprio bezerro (PEREIRA, 1994). Por essa razão, esse índice foi utilizado como indicador para a detecção de uma possível deficiência nutricional, clínica ou subclínica da vaca.

A exemplo dos outros parâmetros, não foram observadas diferenças nesta característica para as distintas concentrações de fósforo nos suplementos minerais (Tabela 7). Notadamente, a redução do peso ao desmame corrigido para 240 dias (P₂₄₀) no ano de 2011 foi consequência da restrição severa de alimentação a que as vacas foram submetidas na estiagem

do ano anterior. Com expressiva redução na condição corporal decorrente da pouca oferta de forragem, a lactação foi, certamente, comprometida pelo escore corporal na ocasião do parto.

Souza et al. (2000) relataram pesos de bezerros de corte em diversas regiões do país, afirmando que o maior peso dos animais nascidos no final da seca ocorreu porque as matrizes e progênes tiveram o período pré-desmame na estação das águas, com farta disponibilidade de alimentos, tanto no aspecto quantitativo quanto qualitativo e, conseqüentemente, produziram maior quantidade de leite. Os pesos de bezerros de corte foram semelhantes em rebanhos que receberam variados teores de suplementação de fósforo na África do Sul (WAAL et al., 1996), sugerindo que possa ter havido mobilização de reservas orgânicas do mineral pelas vacas. Segundo Van Niekerk e Jacobs (1985), a suplementação fosfórica das mães não interfere na ingestão, no peso corporal e nos índices produtivos de bezerros de raças britânicas quando elas não são adequadamente alimentadas com níveis compatíveis de energia e proteína, que são os principais nutrientes para os animais, e o que pode explicar esse fato.

De acordo com Valk et al. (2002), vacas de alta produção de leite submetidas a baixa ingestão de fósforo mantêm a condição de lactação durante o primeiro ano de restrição, porém, reduzem a ingestão de matéria seca e de produção a partir do segundo ano, sugerindo um esgotamento das reservas corporais, tornando mais evidente a deficiência de fósforo. Segundo esta premissa, o peso dos bezerros deveria ser reduzido com o passar do tempo, caso as quantidades de fósforo oferecidas pela pastagem e pelo suplemento mineral não fossem capazes de atender às exigências para lactação do rebanho. Essa ocorrência não foi verificada durante o experimento, quando o produto adotado como rotineiro pela fazenda foi substituído pelo produto contendo 1,8% de fósforo na composição.

Tabela 7 - Valores médios do peso ao desmame, corrigido para 240 dias (P_{240}) das crias de vacas de corte em pastagens de *U. decumbens* no cerrado do Mato grosso do Sul, com duas concentrações de fósforo no suplemento mineral

		Ano									
		Período do teste									
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014			
P _{1,8}	M	-	-	-	186,1 C	209,3 A x	200,8 B	198,6	B		
	DP				26,1	28,5	30,1	24,6			
	N				(434)	(360)	(187)	(1069)			
P _{4,0}	M	203,5 AB	198,5 B	205,5 A	186,1 C	201,8 AB y	204,7 A	-			
	DP	25,2	25,7	27,8	24,5	23,2	30,5				
	N	(801)	(1236)	(1081)	(423)	(307)	(159)				

P_{1,8} = suplemento mineral com 1,8% de fósforo; P_{4,0} = suplemento mineral com 4,0% de fósforo; M = média; DP = desvio padrão; N = Número de animais avaliados. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (A, B, C) nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras minúsculas (x, y) na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Houve significativa redução no P_{240} em 2009, pelas razões esclarecidas da estiagem, ratificando a alta correlação entre precipitação e peso das crias ao desmame. Apenas no ano de 2012 houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que, paradoxalmente, o com menor concentração de fósforo teve maior P_{240} . De forma similar, Peixoto et al. (2003) avaliaram o desempenho reprodutivo de cerca de 1200 matrizes de corte criadas a campo durante cinco anos e não encontraram diferenças nas taxas de fertilidade e nas doses de sêmen/prenhez de vacas submetidas a três tipos de suplementação: 100% de cloreto de sódio, cloreto de sódio (50%) e fosfato bicálcico (50%) e uma mistura mineral comercial.

3.3. Análise da forragem

A média anual da porcentagem de fósforo na matéria seca foi de $0,19\% \pm 0,05$, conforme mostrado na Tabela 8. Esses valores são similares aos valores relatados por Butterworth (1985). Conrad et al. (1985) analisaram 2615 amostras de distintas forragens oriundas da América Latina e encontraram teores médios de P menores que 0,30% na MS em 72,8% das amostras. Do

total de amostras analisadas, apenas 27,2% tiveram valores superiores a 0,30% na MS.

Análises de várias forrageiras realizadas por Rosa (1994) indicaram que 72% das amostras tinham concentrações de fósforo inferiores a 0,12% na MS. De acordo com Butterworth (1985), teores de fósforo inferiores a 0,18% na matéria seca são característicos de forragens que podem não atender à exigência de manutenção dos bovinos.

Tabela 8 - Análises bromatológicas de *Urochloa decumbens* no cerrado do Estado do Mato Grosso do Sul (em %)

Nutriente	2009						2010						Média	DP
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun		
Umidade	24,7	43,2	44,1	50,4	57,2	44,0	70,6	72,6	77,0	70,2	45,0	21,7	51,7	17,5
PB	7,5	6,4	6,6	7,0	7,1	8,3	9,8	9,6	8,3	7,5	6,2	7,0	7,6	1,1
FDN	76,8	79,0	76,5	77,0	70,1	79,1	72,1	77,3	70,6	69,9	73,1	74,7	74,7	3,3
P	0,18	0,20	0,11	0,16	0,14	0,25	0,28	0,26	0,25	0,18	0,14	0,15	0,19	0,05

PB = Proteína bruta; FDN = Fibra em detergente neutro; P = Fósforo; DP = desvio padrão.

De acordo com o NRC (1976), as concentrações de fósforo encontradas na forragem não atenderiam às exigências de vacas de corte em reprodução (0,23%). No entanto, a mesma publicação, no ano de 1996 (NRC, 1996), preconiza que tal categoria animal é atendida quando a concentração de fósforo na forragem é da ordem de 0,17%. No Brasil, o principal aspecto que impede ou até mesmo limita a resposta à suplementação fosfórica é a restrição quantitativa na oferta de forragem para os animais, comumente verificada nas fazendas durante a época de seca, pois a parte qualitativa (porcentagem de proteína bruta e teor de energia) é, na maioria das vezes, secundária à restrição quantitativa na oferta de forragem (MALAFAIA et al., 2004; 2014).

3.4 Custos de suplementação

A Tabela 9 permite observar a diferença financeira no uso dos dois produtos utilizados neste ensaio e compara, ainda, com um produto comercial convencional com 8% de fósforo na composição, preconizado pela literatura e pela indústria de insumos para alimentação animal.

A composição dos custos de produção de bezerros de corte em condições extensivas de criação, modelo predominante nas fazendas de cria do Brasil, tem como componente principal a suplementação mineral. Sendo a fonte de fósforo o item mais importante na composição dos custos dos suplementos minerais, torna-se evidente a diferença nos custos de produção com a redução da concentração de fósforo nesse insumo.

As diferenças observadas no consumo médio e calculadas pela quantidade de produto consumido anualmente pelos animais em cada tratamento dividido pelo número de vacas em cada grupo são resultado da quantidade de cloreto de sódio (NaCl) presente em cada um dos produtos que, por sua vez, é inversamente proporcional à concentração de fósforo. Assim, produtos com menor quantidade de NaCl tiveram maior consumo e maior preço por kg, o que resulta em diferenças de consumo entre os suplementos utilizados, e que chegam a 52% (Tabela 9) do consumo preconizado pela indústria de suplementos minerais. Segundo Malafaia et al. (2014), a maior ou menor ingestão de uma mistura mineral depende de seu teor em NaCl, de forma que, reduzindo-se o teor deste ingrediente, o consumo aumenta proporcionalmente. Quando comparado com um produto comercial com 8% de fósforo, o custo pode ser até 4,6 vezes maior. Malafaia et al. (2004) encontraram reduções de 3 a 7 vezes no custo com suplementação, quando fórmulas contendo 21 a 25 g de fósforo foram usadas para gado de corte.

Do ponto de vista prático, verifica-se que a suplementação com altas concentrações de fósforo representa um custo desnecessário na pecuária, pois o excesso do mineral ingerido não exerce efeito benéfico em bovinos de corte. Adicionalmente, de acordo com diversas estimativas, a suplementação mineral

pode constituir de 20 a 30% dos custos totais de produção de gado de corte criados em pastagens, o que justifica a realização de diversas pesquisas sobre o tema no Brasil (PEIXOTO et al., 2003, 2005; COELHO et al., 2008; LEMOS et al., 2013; MALAFAIA et al., 2004, 2014). Notadamente, verificou-se, neste experimento, que o impacto financeiro foi mais evidente do que os demais parâmetros avaliados.

Tabela 9 - Dados absolutos e comparativos (%) dos preços dos suplementos, do consumo médio e dos custos anuais com suplementação mineral (base jun/2014)

	Produto		
	P _{1,8}	P _{4,0} *	P _{8,0} **
Valor da embalagem de 30 kg	R\$ 25,00 (78,1%)	R\$ 32,00 (100,0%)	R\$ 52,00 (162,5%)
Preço do kg do produto	R\$ 0,83 (78,5%)	R\$ 1,06 (100,0%)	R\$ 1,73 (163,2%)
Consumo (g/dia)	43 (82,6%)	52 (100,0%)	100 (192,3%)
Valor da quantidade ingerida (R\$/dia)	R\$ 0,035 (63,6%)	R\$ 0,055 (100,0%)	R\$ 0,173 (314,5%)
Custo anual (R\$/animal)	R\$ 12,77 (63,6%)	R\$ 20,07 (100,0%)	R\$ 63,14 (314,5%)
Custo anual para 1000 animais	R\$ 12.770,00 (65,7%)	R\$ 20.070,00 (100,0%)	R\$ 63.145,00 (304,7%)

* Considerado como padrão 100%; ** Usado para comparação. P_{1,8} = suplemento mineral com 1,8% de fósforo; P_{4,0} = suplemento mineral com 4,0% de fósforo; P_{8,0} = suplemento mineral com 8,0% de fósforo.

Apesar de tecnicamente viável, a fabricação e a comercialização de produtos com teores inferiores a 4% de fósforo é proibida no Brasil, por meio da Instrução Normativa nº 12 de 30 de novembro de 2004 (BRASIL, 2004). Essa norma, impedindo a fabricação, tolhe o direito dos técnicos de proporem uma suplementação mineral mais adequada para cada situação ou sistema de produção no país. Assim, espera-se que os resultados obtidos neste experimento se somem a outros já publicados e permitam reflexões sobre uma

nova abordagem da suplementação mineral para bovinos de corte no Brasil, que deveria sempre ser baseada nos diagnósticos clínicos e nutricionais dos rebanhos.

4 Conclusões

Durante três anos, os parâmetros produtivos e reprodutivos do rebanho não foram influenciados pela redução da concentração de fósforo no suplemento mineral, mas houve diferenças entre estes parâmetros nos diferentes anos, independentemente do suplemento utilizado. A redução dos teores de fósforo na suplementação mineral proporcionou uma redução significativa nos custos de suplementação.

Agradecimentos

Ào Sr. Silvio Camargo Rocha e seus filhos, Plácido Rocha Neto e Marcelo Benez Rocha, pela confiança na franquia da Fazenda Santa Terezinha e de seu rebanho para a realização deste experimento.

Referências

AFRC. Agricultural and Food Research Council. **A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle**. Technical Committee on Responses to Nutrients. Report n. 6, CAB International, 1991. p. 573-612 (Nutrition Abstracts and Reviews B: Feeds and Feedstuffs. v. 61).

ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. **Custo da pecuária intensiva/semi-intensiva em 25 regiões pecuárias (2013)**. 21. ed. São Paulo SP: FNP, 2014. p. 145 - 183.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12 de 30 de Novembro de 2004. Aprova o regulamento técnico sobre a fixação de parâmetros e das características mínimas dos suplementos destinados a bovinos. Brasília, DF: Ministério da Agricultura e Abastecimento. 2004. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao>> Acesso em: 30 maio 2015.

BREVES, G.; SCHRODER, B. Comparative aspects of gastrointestinal phosphorus metabolism. **Nutrition Research Reviews** v. 4, p. 125 -140, 1991.

BUTOLO, J. E. Ingredientes minerais. In: BUTOLO, J. E. (Ed.). **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas, SP: Colégio Brasileiro de Alimentação Animal, 2002. p. 286 -290.

BUTTERWORTH, M. H. Phosphorus deficiencies and their corrections. In: BUTTERWORTH, M. H. **Beef cattle nutrition and tropical pastures**. London, UK: Logman, 1985. p. 40 -75.

CALL, J. W.; BUTCHER, J. E.; BLAKE, J. T.; SMART, R. A.; SHUPE, J. L. Phosphorus influence on growth and reproduction of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 47, n. 1, p. 216 - 225, 1978.

CASTRO, F. F. (Coord.). **Compêndio brasileiro de alimentação animal 2005: guia de métodos analíticos**. São José do Rio Preto SP: Gráfica São José, 2004. 201p.

COELHO, F. S.; OLIVEIRA, C. M.; SILVA, D. F.; VILLELA, S. D. J. Levantamento e análise dos custos médios de produção de bovinos de corte no município de Curvelo, Minas Gerais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL 46, 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa, UFV, 2008.

CONRAD, J. H.; McDOWELL, L. R.; ELLIS, G. L.; LOOSLI, J. K. **Minerais para ruminantes em regiões tropicais**. Gainesville: University of Florida, 1985. 90 p.

GOMIDE, J. A. Exploração de pastagem em solos de baixa fertilidade. In: PEIXOTO, A. M., MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Eds.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2. ed. Piracicaba, SP: FEALQ, 1994. p. 12 - 25.

GRANT, J.L. Response of steers to phosphorus supplementation and zeranol. **Rhodesia Annual Report**, 1975/76, p. 68 -70, 1976.

KARN, J.F. Phosphorus nutrition of grazing cattle: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 89, p. 133 –153, 2001.

LEMONS, G. C.; COSTA, R. M.; GARCIA-NETO, M.; MALAFAIA, P. M. Desempenho ponderal de bovinos Nelore suplementados com fontes alternativas de fósforo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 188 – 192, 2013.

MALAFAIA, P.; PEIXOTO, P. V.; GONÇALVES, J. C. S.; MOREIRA, A. L.; COSTA, D. P. B.; CORREA, W. S. Ganho de peso e custos em bovinos de corte submetidos a dois tipos de suplementos minerais. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 24, n. 3, p. 160 – 164, 2004.

MALAFAIA, P.; COSTA, R. M.; BRITO, M. F.; PEIXOTO, P. V.; BARBOSA, J. D.; TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J. Equívocos arraigados no meio pecuário sobre deficiências e suplementação minerais em bovinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 244 – 249, 2014.

McDOWELL, L.R. Feeding minerals to cattle on pasture. **Animal Feeding Science and Technology**, v. 60, p. 247 – 271, 1996.

- McDOWELL, L. R.; CONRAD, J. H. Trace mineral nutrition in Latin America. **World Animal Review**, v. 24, p. 24 – 33, 1977.
- McDOWELL, L. R.; BAVER, B.; GALDO, E.; KOGER, M.; LOOSLI, J. K.; CONRAD, J. H. Mineral supplementation of beef cattle in the Bolivian tropics. **Journal of Animal Science**, v. 55, n. 4, p. 964 – 970, 1982.
- MENDONÇA Jr, A. F.; BRAGA, A. P.; RODRIGUES, A. P. M. S.; SALES, L. E. M. ; MESQUITA, H. C. Minerais: importância de uso na dieta de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 7, n. 1, p. 1 – 13, 2011.
- MORAM, J. B. Effect of meat and bone meal supplements on growth of weaner cattle on dry season improved pasture at Adelaide River. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v. 61, p. 134 -141, 1973.
- NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6. ed. Washington, DC: National Academy Press, 1996.
- NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of domestic animals**. 5. ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1984.
- PEIXOTO, P. V.; MALAFAIA, P.; BARBOSA, J. D.; TOKARNIA, C. H. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 195 - 200, 2005.
- PEIXOTO, P. V.; MALAFAIA, P. M.; MIRANDA, L. V.; CANELLA, C. C. F.; VILAS BOAS, F. V. Eficiência reprodutiva de matrizes bovinas de corte submetidas a três diferentes tipos de suplementação mineral. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 125 – 130, 2003.
- PEREIRA, J. C. C. Saiba o valor correto de cada termo usado para o melhoramento genético. **DBO - Nelore**, mar., p. 19 – 34, 1994.
- RESENDE, A.V.; FURTINIA, E. **Aspectos relacionados ao manejo da adubação fosfatada em solos do cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 30 p. Documento 195.

- ROSA, I.V. **Deficiências minerais e desempenho reprodutivo de ruminantes**. Campo Grande, MS: Embrapa CNPGC, 1993. 46 p. Circular Técnica 23.
- ROSA, I. V. Suplementação mineral de bovinos sob pastejo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 1994. Campinas. **Anais...** Campinas, SP: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p. 213 – 243.
- SAS Institute Inc. **The SAS System**, release 9.3. SAS Institute Inc., Cary:NC, 2014.
- S'THIAGO, L. R. L.; MORAES, S. S.; NICODEMO, M. L. F.; ROSA, I. V.; BRORING N. Efeito do fósforo suplementar sobre o desempenho reprodutivo de vacas de corte em pastagem de *Brachiaria humidicola*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 449 – 456, 2000.
- SEHESTED, J.; LUND, P.; WEISBJERG, M. R.; HVELPLUND, T. Effect of low dietary P on rumen microbial P metabolism and synthesis. In: CHILLIARD, Y.; GLASSER, F.; FAULCONNIER, Y.; BOCQUIER, F.; VEISSIER, I.; DOREAU, M. **Ruminant physiology: digestion, metabolism, and effects of nutrition on reproduction and welfare**. The Netherlands: Wageningen Academic, 2009. p. 354 – 355.
- SOUZA, J. C.; RAMOS, A. A.; SILVA, L. O. C.; EUCLIDES, K.; ALENCAR, M. M.; WECHSLER, F. S.; FERRAZ, P. B. Fatores do ambiente sobre o peso ao desmame de bezerros da raça Nelore em regiões tropicais brasileiras. **Ciência Rural**, v. 30, n. 5, p. 881 – 885, 2000.
- TERNOUTH, J.H. Phosphorus and beef production in northern Australia. 3. Phosphorus in cattle: a review. **Tropical Grasslands**, v. 24, p. 159 – 169, 1991.
- THEILER, A.; GREEN, H. H.; Du TOIT, P. T. Phosphorus in the livestock industry. **Journal of the Department of Agriculture of South Africa**, v. 8, p. 460 – 504, 1924.
- THEILER, A.; GREEN, H. H.; Du TOIT, P. T. Studies in mineral metabolism. III. Breeding of cattle on phosphorus deficient pasture. **Journal of Agricultural Science**, v. 63, p. 369-371, 1928.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **The mineral nutrition of livestock**. London, UK: CABI, 1997. 609 p.

UNITED NATIONS. **World population projected to reach 9.6 billion by 2050 with most growth in developing regions, especially Africa – says UN**. UN, 2013. Disponível em:

<http://esa.un.org/unpd/wpp/Documentation/pdf/WPP2012_Press_Release.pdf

>. Acesso em: 31 mar. 2014.

VALK, H.; SEBEK, L. B. J.; BEYEN, A. C. Influence of phosphorus intake on excretion and blood plasma and saliva concentrations of phosphorus in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 2642 – 2649, 2002.

VAN NIEKERK, B. D. H.; JACOBS, G. A. Protein, energy and phosphorus supplementation of cattle fed low-quality forage. **South African Journal of Animal Science**, v. 15, n. 4, p. 133 – 136, 1985.

WALL, H. O.; RANDAL, J. H. R.; KOEKEMOER, G. J. The effects of phosphorus supplementation on body mass and reproduction of grazing beef cows supplemented with different levels of phosphorus at Armoedsvlakte. **South African Journal of Animal Science**, v. 26, n. 2, p. 29 – 36, 1996.

WINKS, L. Phosphorus and beef production in northern Australia. 2. Responses to phosphorus by ruminants: a review. **Tropical Grasslands**, v. 24, p. 140 – 158, 1990.

APÊNDICE



Foto 1 - Pastagens da fazenda Santa Terezinha no local de colheita de amostras de *Urochloa decumbens* (Arquivo pessoal)



Foto 2 - Rebanho de cria da fazenda Santa Terezinha (Arquivo pessoal)



Foto 3 - Escore corporal das vacas durante a estiagem de 2010 (Arquivo pessoal)



Foto 4 - Estiagem de 2010 (Arquivo pessoal)