

Cláudia Gonçalves Batista

**UTILIZAÇÃO DE COMPLEXOS ORGÂNICOS DE MINERAIS NO PRÉ-PARTO
DE VACAS, E DURANTE O ALEITAMENTO DE BEZERRAS HOLANDÊSAS**

**Tese apresentada à Escola de Veterinária
da Universidade Federal de Minas Gerais,
como requisito parcial para a obtenção do
grau de Doutor em Zootecnia.**

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Sandra Gesteira Coelho

Coorientadores:

Antônio Ultimo de Carvalho

Helton Mattana Saturnino

**Belo Horizonte
Escola de Veterinária – UFMG
2009**

Ficha bibliografica

Comissão examinadora constituída por:

Prof. Sandra Gesteira Coelho
Orientadora

Prof. Ângela Maria Quintão Lana

Prof. Ana Luiza da Costa Cruz Borges

Dr. Euler Rabelo

Prof. Adriana Coutinho da Costa

AGRADECIMENTOS

A Professora Sandra, pelo apoio constante e ensinamentos.

Aos Professores Último e Lobão pelo apoio e conselhos.

A Alexandra pela amizade e ajuda.

A Bel, Deborah e Marcio pela amizade, apoio e paciência.

A Professora Ângela pela realização das análises estatísticas.

A equipe do Laboratório de Nutrição da Escola.

A toda a equipe da fazenda São João.

A Amanda pela ajuda nas análises laboratoriais.

Ao Professor Emílio pela ajuda e ensinamentos.

As estagiárias do experimento, em especial a Ana Paula.

Ao Geléia, a Frida e Marieta por todo apoio e empenho nessa fase.

Ao Sô Lúcio e Dona Aldaísa pela formação e exemplo.

As bezerras que muito me ensinaram!!!

Aos meus pais e avós.

SUMÁRIO

<i>Resumo</i>	9
<i>Abstract</i>	10
<i>1. Introdução</i>	11
<i>2. Revisão bibliográfica</i>	12
<i>2.1. Minerais</i>	12
<i>2.1.1 Cobre</i>	13
<i>2.1.2 Zinco</i>	14
<i>2.2. Biodisponibilidade dos minerais</i>	15
<i>2.3. Quantificação dos minerais</i>	16
<i>2.3.1. Cobre</i>	17
<i>2.3.2. Zinco</i>	18
<i>2.4. Minerais complexados</i>	19
<i>2.5. Resposta à utilização de minerais complexados</i>	21
<i>2.6. Relação entre minerais e imunidade</i>	22
<i>2.7. Influência dos macro e micro minerais no período peri-parto</i>	24
<i>2.7.1. Influência do Zn na reprodução</i>	25
<i>2.7.2. Influência do Cobre na reprodução</i>	25
<i>2.8. Composição do colostro</i>	26
<i>2.9. Imunoglobulinas no soro sanguíneo de vacas</i>	27
<i>2.10. Minerais em bezerras</i>	29
<i>3. Material e métodos</i>	30
<i>3.1. Local de execução do experimento e condições climáticas</i>	30
<i>3.2. Animais e tratamento</i>	32
<i>3.3. Variáveis Analisadas</i>	34
<i>3.3.1 Nas vacas</i>	35
<i>3.3.2. Nas bezerras</i>	36
<i>3.5. Análises laboratoriais</i>	35
<i>4. Análise estatística</i>	48
<i>5. Resultados e discussão</i>	32
<i>5.1. Temperatura ambiente</i>	36
<i>5.2. Vacas</i>	37

5.3. Bezerras	39
6. Conclusões	46
7. Referências bibliográficas	47

Tabelas

Tabela 1. Requerimento e níveis tóxicos de minerais para bovinos	16
Tabela 2. Médias de concentração de minerais no sangue nos grupos com retenção de placenta, aborto e controle	27
Tabela 3. Concentração de IgGs no colostro, conforme pesquisas realizadas em 2006 e 2007	27
Tabela 4. Médias e desvios padrão de colostro e minerais de zero a 72 horas pós-parto	29
Tabela 5. Concentração plasmática de Ca, P, Mg, Zn, e Cu segundo a ordem de partos	29
Tabela 6. Composição da dieta oferecida na maternidade, quantidades oferecidas dos ingredientes na matéria natural (MN) e matéria seca (MS)	32
Tabela 7. Composição química do concentrado oferecido às bezerras em percentagem da matéria seca (MS)	35
Tabela 8. Composição dos minerais (g/kg) oferecidos às vacas, mistura mineral (MI) mineral complexado (MC) e as bezerras mistura mineral (BMI) e mineral complexado (BMC)	35
Tabela 9. Temperatura no local do experimento	38
Tabela 10. Concentração de Zn e Cu ($\mu\text{g/ml}$) no soro de animais que receberam mistura mineral ou complexo de minerais nas semanas anteriores ao parto	39
Tabela 11. Média e desvio padrão da concentração sérica de IgG (mg/ml) nas semanas anteriores ao parto	39
Tabela 12. Ocorrência ou não de retenção de placenta e metrite e avaliação da qualidade colostro, de vacas da raça Holandesa que receberam no período pré-parto mistura de minerais e complexos de minerais	40
Tabela 13. Valores médios da concentração de proteína total (g/dl) e IgG (mg/ml) sérica de bezerras dos diferentes grupos experimentais	41
Tabela 14. Consumo de concentrado na MS (g/dia) e de água (l/dia) de bezerras que receberam ou não durante o período de aleitamento mistura de minerais ou complexos de minerais	42
Tabela 15. Consumo de água (l/dia) de bezerras que receberam ou não durante o	44

período de aleitamento mistura de minerais ou complexo de minerais

Tabela 16. Concentração sérica de Cobre (mg/ml) e Zinco (mg/ml) em bezerras que receberam ou não minerais iônicos ou complexados 44

FIGURAS

Figura 1. Concentração sérica de IgG nas semanas anteriores ao parto	39
Figura 2. Consumo de concentrado (MS) pelas bezerras filhas de vacas que receberam mistura mineral e que receberam mistura mineral na dieta	42
Figura 3. Consumo de concentrado (MS) pelas bezerras filhos de vacas que receberam mistura mineral e que receberam complexos de minerais na dieta	42
Figura 4. Consumo de concentrado (MS) pelas bezerras filhas de vacas que receberam mistura mineral e que não receberam de minerais na dieta	42
Figura 5. Consumo de concentrado (MS) pelas bezerras filhas de vacas que receberam complexo de mineral e que receberam mistura de minerais na dieta	43
Figura 6. Consumo de concentrado (MS) pelas bezerras filhas de vacas que receberam complexo de mineral e que receberam complexo de mineral na dieta	43
Figura 7. Consumo de concentrado (MS) pelas bezerras filhas de vacas que receberam complexo mineral e que receberam complexo de mineral na dieta	43
Figura 8. Consumo de água pelas bezerras filhas de vacas que receberam na dieta mistura mineral	45
Figura 9. Consumo de água pelas bezerras filhas de vacas que receberam na dieta mistura mineral	45
Figura 10. Equação de regressão dos pesos das bezerras que foram suplementadas ou não com mistura mineral ou sal complexados.	45

Anexos

Anexos 1. Procedimento para tratamento das doenças no bezerreiro	55
Anexo 2. Formulações dos minerais fornecido as vacas e bezerras	56

RESUMO

O objetivo deste experimento foi avaliar os efeitos da utilização de minerais complexados durante o pré-parto e o desempenho e a necessidade ou não de suplementação de minerais durante o aleitamento de bezerras filhas dessas vacas. Na primeira fase foram utilizadas 128 vacas Holandesas de dois ou mais partos distribuídas em dois grupos: grupo MI- 65 vacas recebendo mistura mineral e grupo MC- 63 vacas recebendo mineral complexado. Avaliou-se a presença de retenção de placenta, metrite e a qualidade de colostro com a utilização do colostrômetro e imunodifusão radial. Também foram analisadas por espectrofotometria de absorção atômica as concentrações de Zn, Cu, Co no soro das vacas. Os dados referentes à retenção de placenta e qualidade de colostro foram analisados pelo teste do Qui-quadrado a 5% de probabilidade. Para testar as diferenças entre as médias das concentrações de mineral e IgG no soro o teste estatístico utilizado foi o de Fischer e Duncan a 5% de probabilidade, respectivamente. Não houve diferença entre os grupos para qualidade do colostro (avaliada pelo colostrômetro e imunodifusão radial), IgG sérica e para prevalência de retenção de placenta e metrite ($P>0,05$). As concentrações de IgG foram diferentes nos tempos avaliados ($P>0,05$), diminuindo aproximadamente duas semanas antes do parto. A concentração sérica de Zn e Cu não foram diferentes nos dois grupos ($P>0,05$). Na segunda fase do experimento avaliou-se a suplementação de minerais complexados para bezerras até 60 dias de idade. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com oito repetições por tratamento em arranjo em parcelas subdivididas. A parcela foi composta por seis tratamentos combinados em arranjo fatorial 2 x 6, sendo os tratamentos constituídos de dois tipos de mineral fornecidos as vacas (mistura mineral ou minerais complexado) e três tratamentos no bezerreiro (ausência de mineral, mineral complexado e mistura mineral). A subparcela foi composta pelos tempos de avaliação. Avaliou-se o consumo de concentrado, da mistura mineral, de água e peso das bezerras. Analisou-se por espectrofotometria de absorção atômica as concentrações de Zn, Cu, Co no soro, IgG por imunodifusão radial e proteína total, pela técnica de biureto no soro das bezerras. Para testar as diferenças entre as médias do consumo de concentrado, água e IgG no soro sanguíneo das bezerras e proteína total o teste estatístico utilizado foi o de Duncan a 5% de probabilidade e para consumo de mineral o teste utilizado foi o Fischer a 5% de probabilidade. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) na concentração de proteína total e IgG entre os grupos experimentais. No entanto, foi observada diferença entre os dias avaliados ($P<0,05$), e observada interação grupo dia para IgG. Foi encontrado em todos os grupos concentração de IgG maior após o consumo de colostro. O consumo de concentrado e água apresentou interação entre grupo e dia avaliado ($P<0,05$). Todos os grupos apresentaram consumo crescente ao longo do experimento. Não foram observadas diferenças de peso vivo nos dias avaliados (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 60) entre os diferentes grupos ($P>0,05$), havendo aumento de peso linear em taxa de ganho diária de 0,580g/dia. As concentrações séricas de Cu e Zn não foram diferentes entre os diferentes grupos e não ocorreu interação entre grupo e tempos avaliados. A utilização de minerais complexados e mistura mineral para bezerras em aleitamento não alterou as taxas de consumo e ganho de peso, mostrando-se desnecessário o fornecimento de mineral nesta fase.

Palavras-chave: imunoglobulinas, retenção de placenta, metrite, zinco, cobre, peso, soro.

ABSTRACT

The objectives of this experiment were to evaluate the effect of complexed minerals use during prepartum as well as the performance and necessity or not of mineral supplementation during those cows rearing. In the first part of experiment 128 multiparous Holstein dairy cows were used and randomly assigned into two groups: MI-65 cows groups (cows consuming ionic mineral) and MC-63 groups (Cows consuming complexed mineral). Serum concentrations of Zn, Cu and Co were determined throughout atomic absorption spectrophotometry. Incidence of placental retention as well as colostrum quality were analyzed using the Qui-square test (5%). In order to test the differences between means of mineral concentrations and serum IgG Fischer and Duncan tests were respectively used (5%). There was no difference neither for colostrum quality amongst groups nor for placenta retention incidence or metritis or serum IgG ($P>0.05$). IgG concentrations were different in sampling times ($P>0.05$) showing a decrease two weeks before parturition. Serum Zn and Cu concentrations were not different between groups ($P>0.05$). In the second part of the experiment the supplementation of complexed minerals to dairy calves until 60 days of age was evaluated. It was a completely randomized split-plot design. Parcel was formed by 6 combined treatment in a factorial 2 x 6 design, considering as treatments the two types of minerals supplemented to cows (ionic or complexed) and three treatments at the calves barn (no mineral, complexed mineral and ionic mineral). Concentrate, mineral mixture and water intakes as well as calves weight was evaluated. Serum concentrations of Zn, Cu and Co were also determined throughout atomic absorption spectrophotometry. IgG concentration was evaluated by radial immunodiffusion and total serum protein by biuret technique. In order to test the difference between means of concentrate and water intake as well as for serum IgG concentration and total protein the statistic test used was Fischer (5%). There were no differences ($P>0.05$) in total protein and IgG concentrations in the different treatment groups. Although there was a difference between sampling days ($P<0.05$) as well as group x day interaction. All groups showed higher IgG concentration after colostrum intake. Concentrate and water intake showed a group x day interaction ($P<0.05$). All groups presented an increasingly intake along the experimental period. There were no differences for calves body weight in the evaluated days (7,14,21,28,35,42,49,56 and 60) ($P>0.05$). There was a linear weigh increase of 0,580 g/day. Serum Cu and Zn concentrations did not differ between groups. There was neither a group x sampling day interaction. The use of complexed or ionic minerals for rearing dairy calves did not affect neither the intake rates nor the weight gains, which makes unnecessary the supplement of minerals during this particular age.

Key words: immunoglobulin, placenta retention, metritis, zinc, copper, weight, serum

1. INTRODUÇÃO

As doenças causadas por deficiências minerais existem desde a antiguidade, no entanto, antes dos meados do século XX só se tinha vaga idéia sobre a natureza, função e origem dos minerais encontrados nos tecidos vegetais e animais. A administração de sal comum a gado doméstico é datada dos tempos de Plutarco (40 a 120 anos AC), bem como nos tempos de Virgílio e Plínio (23 a 70 anos AC) quando era recomendado para a produção de leite. Somente quando foram criados métodos, para analisar os minerais nos tecidos animais e nos alimentos e medir a resposta dos animais à suplementação de minerais isolados, foi possível substituir as suposições por fatos acerca da necessidade dos nutrientes minerais (McDowell, 1999; Underwood & Suttle, 1999).

Os desequilíbrios minerais são responsáveis por baixas produções de carne e leite, problemas reprodutivos, crescimento retardado, abortos, fraturas e queda da resistência orgânica. Tanto as deficiências severas, acompanhadas por elevadas taxas de mortalidade, como as deficiências sub-clínicas, cujos sintomas não são perceptíveis clinicamente, podem levar a perdas consideráveis na produtividade. O balanço adequado de micronutrientes tais como vitaminas, microminerais são de grande importância, sendo a deficiência dos mesmos, associada à supressão das funções do sistema imune, bem como aumento da incidência de doenças.

Existem inúmeras variáveis no trato digestivo que interferem na absorção dos minerais como: pH e o conteúdo do meio e, principalmente, a presença de outros minerais e suas interações antagônicas,

que inibem a absorção dos mesmos (Santos, 2006).

Tradicionalmente, os animais têm sua dieta suplementada com sais inorgânicos, no entanto, nos últimos anos, tem surgido grande interesse no uso de minerais complexados a aminoácidos. Este interesse tem sido estimulado por resultados de pesquisa que demonstram aumento das taxas de crescimento, reprodução e sanidade de animais, com o uso de minerais complexados.

O mecanismo de ação dos minerais complexados é ainda desconhecido, mas supõe-se que apresentem maior biodisponibilidade pela maior solubilidade, estrutura química estável e natureza eletricamente neutra no trato digestivo, melhorando a absorção e o desempenho dos animais. As vantagens apontadas para o uso destes minerais são: eles não estão sujeitos à interferência de outras substâncias no processo de absorção; chegam diretamente aos tecidos e sistemas enzimáticos específicos, utilizam vias de absorção e transporte das moléculas que estão ligadas a eles; otimizam as funções orgânicas, atendendo às reais necessidades do animal. Mas, o maior de todos os benefícios é a alta biodisponibilidade, quando comparados aos minerais não complexados (Ortolani, 2002).

Muitos estudos vêm sendo realizados nas diferentes espécies, para medir a resposta aos minerais complexados ou não, sob várias formas em áreas da produção e atividade animal. Mas apesar de sua conhecida importância, o estudo dos minerais iônicos e complexados na dieta de bezerras não têm recebido atenção, principalmente na fase em aleitamento.

Os objetivos deste trabalho foram estudar os efeitos da utilização de minerais complexados durante o pré-parto e o desempenho e a necessidade ou não de suplementação de minerais durante o aleitamento de bezerras filhas dessas vacas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Minerais

Grande número de elementos inorgânicos são essenciais para o crescimento e reprodução dos animais. Segundo Underwood (1981) 22 minerais são considerados essenciais para a vida dos animais, sendo sete classificados como macronutrientes minerais - cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloro (Cl), magnésio (Mg) e enxofre (S) e quinze elementos traços ou micronutrientes minerais - ferro (Fe), iodo (I), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn), cobalto (Co), molibidênio (Mo), selênio (Se), cromo (Cr), vanádio (V), flúor (F), silício (Si), níquel (Ni), arsênico (As), estanho (Sn).

Os macrominerais são componentes estruturais importantes dos ossos e outros tecidos e constituintes dos fluidos corporais. São essenciais para manter o equilíbrio ácido-básico, a pressão osmótica, o potencial elétrico entre as membranas e transmissão nervosa. Já a concentração de microminerais, cobalto, cobre, iodo, ferro, manganês, molibidênio, selênio, zinco e talvez cromo e flúor que estão presentes em baixa concentração corporal, são utilizados como componentes das metaloenzimas e cofatores enzimáticos ou em hormônios (NRC, 2001).

Os minerais são essenciais para funcionamento adequado das funções

fisiológicas, desenvolvimento animal e para obter produtividade máxima do rebanho. Segundo Underwood e Suttle (1999) os minerais desempenham quatro funções básicas no organismo:

Estrutural - Ca, P, Mg e o F, exercem estas funções no tecido ósseo, já o P e S como componente de proteínas musculares.

Fisiológica - a presença do Na, K, Ca, Mg nos tecidos e líquidos corporais garante o equilíbrio osmótico, o balanço ácido-básico e a permeabilidade das membranas, caracterizando as funções fisiológicas.

Catalítica - atuam em atividades catalíticas de sistemas enzimáticos e hormonais como forma integral ou fazendo parte de estruturas como metaloenzimas. Um exemplo desta função é a presença do Cu em enzimas como a ceruloplasmina e a tiroquinase.

Reguladora - em estudos recentes os minerais como Ca, Zn e I têm sido encontrados em processos de regulação na replicação e diferenciação celular.

Os microelementos, ou também chamados elementos traços ou oligoelementos, estão presentes em quantidades pequenas no organismo e são expressos em mg/kg ou ppm (partes por milhão) de peso vivo. Nesses estão incluídos o cobre, zinco, selênio e cobalto. Os resultados dos estudos apresentados por Moraes et al. (1999) confirmam que as deficiências de microelementos, em bovinos e ovinos mais comuns no Brasil são as de cobre e cobalto. As deficiências de zinco e selênio, e especialmente de manganês, têm sido diagnosticadas em menor escala.

Os microminerais possuem as funções básicas abaixo:

Estrutural - pela simples participação na constituição das estruturas dos órgãos.

Físico-química - caracteriza-se pela ação do elemento *per se* na execução de uma tarefa biológica.

Catalisadora de reações bioquímicas, principalmente relacionada com os microelementos incorporados ou associados às enzimas, coenzimas ou cofatores, metaloproteínas e hormônios, estes elementos têm papel fundamental como reguladores de velocidade, catalisadores ou desencadeadores de reações bioquímicas orgânicas (Ortolani, 2002). São exemplos de metaloenzimas; anidrase carbônica (Zn^{2+}), citocromo oxidase (Cu^{+}), glutathiona peroxidase (Se) (McDonald et al., 2002).

2.1.1 Cobre

O cobre é componente essencial de enzimas como a ceruloplasmina, tiroquinase, lisil oxidase, citocromo oxidase e superóxido dismutase (SOD). É necessário para respiração celular, formação óssea, função cardíaca normal, desenvolvimento do tecido conjuntivo, mielinização da medula espinhal, queratinização e pigmentação dos tecidos. A deficiência de cobre afeta as células T e B, os neutrófilos e macrófagos, resultando em decréscimo das células produtoras de anticorpos (McDowell, 1999). Vários estudos citados por Harmon et al (1994) relatam a importância do cobre para o sistema imune, onde dietas com níveis baixos de cobre diminuem a quantidade de granulócitos, leucócitos, neutrófilos, a atividade da superóxido dismutase,

reduzindo a capacidade do organismo bovino em combater às infecções.

A quantidade de cobre dietético requerido para suprir o que é necessário para manutenção, crescimento e lactação irá variar de acordo com a idade do animal, com a forma química do cobre dietético e com a presença de substâncias na dieta que interfiram na sua absorção. Nos monogástricos e pré-ruminantes, 40 a 70% do cobre dietético são absorvidos. Entretanto, com o desenvolvimento do rúmen, verifica-se grande redução na absorção do cobre. Entre 1 e 5% do cobre dietético serão absorvidos pelos bovinos adultos (Reece, 2006).

Pequena proporção do cobre dietético é absorvida através da parede do estômago; entretanto, este micromineral é absorvido primariamente pelas células mucosas do intestino delgado (Church, 2003).

A toxicidade pelo cobre pode ocorrer em qualquer espécie, entretanto, os ruminantes são muito mais suscetíveis do que os monogástricos. Os ovinos podem morrer com dietas contendo apenas 20 mg de cobre por quilograma. Os bovinos geralmente conseguem tolerar até 100 mg de cobre por quilograma de matéria seca na dieta. Eles parecem possuir maior capacidade de eliminar o cobre do organismo por meio da bile do que os ovinos. Os caprinos toleram mais cobre, porém não tanto quanto os bovinos. A toxicose pelo cobre pode ocorrer nos ruminantes que consomem quantidades excessivas de cobre suplementar ou alimentos preparados para monogástricos ou que foram contaminados com compostos de cobre utilizados para outros objetivos agrícolas ou industriais (Church, 2003).

2.1.2 Zinco

A absorção do zinco ocorre primariamente no intestino delgado. Nos animais que estão deficientes em zinco, este micromineral entra prontamente nos enterócitos e é transportado através das células por uma proteína intestinal rica em cisteína (PIRC) e liberado na circulação para ser transportado primariamente pela transferrina e pela albumina. Nos animais repletos de zinco, a metalotioneína, uma segunda proteína, é encontrada nas células mucosas. A metalotioneína compete com a proteína rica em cisteína pelo zinco vindo através da membrana da borda em escova do intestino. O zinco ligado à metalotioneína permanece no enterócito e é excretado com as fezes, quando o enterócito morre. Pela regulação ascendente ou descendente do teor de metalotioneína do enterócito da mucosa, a quantidade de zinco dietético que é absorvida pode ser controlada. O mecanismo de controle da metalotioneína intestinal é desconhecido e nos animais que recebem dieta pobre em zinco a alteração da concentração de metalotioneína intestinal demora algumas semanas (Reece, 2006).

Dois fatores dietéticos podem modificar a eficiência da absorção do zinco: as interações do zinco com outros íons metálicos e a presença de agentes quelantes orgânicos na dieta (Church, 2003).

O zinco dietético em excesso é razoavelmente bem tolerado; entretanto, a toxicidade pelo zinco foi observada nos bovinos que receberam 900 mg de zinco por quilograma de dieta. Níveis elevados de zinco apresentam efeitos sobre a absorção e o metabolismo do cobre, e o teor de zinco dietético devem ficar

limitados. O nível máximo tolerável é sugerido como sendo de 300 a 1000 mg/kg de matéria seca. Níveis mais elevados de óxido de zinco são utilizados para controlar a diarreia em suínos jovens (Reece, 2006).

Disponibilidade biológica ou biodisponibilidade pode ser definida como a porção de um mineral que pode ser usada pelo animal para atender suas necessidades metabólicas (McDowell, 1999).

A disponibilidade verdadeira é de difícil determinação, uma vez que a absorção de muitos minerais, tais como Ca, Zn, Se, e Fe é controlada por mecanismos de homeostase (Berchielli, 2006). Por exemplo, a absorção de Zn⁶⁵, em algumas fontes, pode variar de 10 a mais de 80%, dependendo do conteúdo dietético de Zn e da presença desse mineral no corpo do animal (Miller et al., 1993). Valores de biodisponibilidade relativa são calculados para diversas formas de elementos minerais relacionando sua resposta a uma fonte padrão do elemento com um valor de biodisponibilidade designado como "100". Os valores de biodisponibilidade relativa resultante são úteis na formulação de dietas e na comparação de custos (Ammermam & Henry, 1999).

2.2. Biodisponibilidade dos minerais

Existem diferenças consideráveis na disponibilidade de um elemento mineral fornecido por diferentes formas. A análise química de um mineral num alimento ou mistura mineral não fornece informação sobre a disponibilidade do mineral para os animais.

A disponibilidade dos minerais dos alimentos depende da idade e espécie do

animal, da ingestão do mineral e sua necessidade, da forma química na qual o mineral é ingerido, do conteúdo e proporção de outros elementos na dieta,

bem como suas interações metabólicas (Berchielli, 2006).

Na tab. 1 pode-se observar as exigências e níveis tóxicos de minerais para bovino.

Tabela 1. Requerimento e níveis tóxicos de minerais para bovino (base de matéria seca)

Minerais	Vacas de corte ^a			Vacas de leite ^b	
	Crescimento	Gestante	Lactação	Transição	Lactação
Cálcio (%)	0,40 - 0,80	0,16 - 0,27	0,28 - 0,58	0,44 - 0,48	0,53 - 0,80
Fósforo (%)	0,22 - 0,50	0,17 - 0,22	0,22 - 0,39	0,22 - 0,26	0,44 - 0,32
Magnésio (%)	0,10	0,12	0,20	0,11 - 0,16	0,18 - 0,29
Potássio (%)	0,60	0,60	0,60	0,51 - 0,62	1,00 - 1,24
Sódio (%)	0,06 - 0,08	0,06 - 0,08	0,10	0,10 - 0,14	0,19 - 0,34
Enxofre (%)	0,15	0,15	0,15	0,2	0,20
Cobalto (ppm)	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11
Cobre (ppm)	10	10	10	12 - 18	9 - 16
Iodo (ppm)	0,50	0,50	0,50	0,4 - 0,5	0,34 - 0,88
Ferro (ppm)	50	50	50	13 - 18	12,3 - 22,0
Manganês (ppm)	20	40	40	16 - 24	12 - 21
Selênio (ppm)	0,10	0,10	0,10	0,3	0,3
Zinco (ppm)	30	30	30	21 - 30	43 - 73
Níveis tóxicos ^c					
Cobre		115			80
Ferro		30-100			30
Manganês		6			6
Selênio		5			5
Zinco		500			500

^a NRC (1996); ^b NRC (2001); ^c McDowell (1992)

Fatores físico-químicos afetam a entrada de nutrientes pelo lúmen intestinal e sua incorporação no complexo bioquímico dentro do ambiente celular. Fatores como a forma química do elemento ou a presença de outro íon inorgânico, que compete pelo mesmo mecanismo de entrada, e outros fatores ligados à interação do nutriente mineral com seu carreador molecular podem aumentar a absorção via receptores específicos de mucosa ou outras moléculas orgânicas, podem reduzir esta absorção. Como exemplos incluem-se os fitatos, que diminuem a disponibilidade de Zn, Fe, Cu, Mn; certos açúcares diminuem a disponibilidade Cu; fosfatos diminuem Fe e Mn; polifenóis diminuem Fe; alguns aminoácidos aumentam a disponibilidade de Zn, Cu, Fe, Mn (Lee et al., 2002).

No rúmen, a disponibilidade dos minerais e a sua utilização metabólica, dependem da taxa de passagem e da interação com a população de microrganismos. Em condições normais de pastejo, o crescimento microbiano não é limitado pelo suprimento de elementos traços essenciais (Lee et al., 2002).

No entanto, da mesma forma que a digestão microbiana pode contribuir para tornar os nutrientes mais disponíveis para os ruminantes, os microrganismos também complexam alguns minerais tornando-os indisponíveis. Quando os minerais são solubilizados ou liberados no rúmen, eles podem ser absorvidos, passar com a digesta ou serem incorporados nas células microbianas, dependendo de exigências intracelulares

para enzimas e processos metabólicos (Mackie & Therion, 1984).

A característica do composto orgânico pode afetar a disponibilidade do elemento, bem como a forma como o elemento mineral é metabolizado e utilizado, esse fato pode estar relacionado com a toxicidade dos elementos minerais. Por exemplo, fontes inorgânicas de molibdênio (Mo) parecem ser menos tóxicas que o molibdênio nas forrageiras (Miller et al, 1993).

Os níveis e proporções de outros nutrientes na dieta têm a capacidade de interferir na biodisponibilidade dos minerais. Assim, sabe-se que altos níveis de cálcio, deficiência de energia ou sódio podem reduzir a absorção do P; a interação proteína/K ou os desequilíbrios protéico-energéticos reduzem a disponibilidade de magnésio; a absorção de cálcio pode ser inibida pelo zinco ou pela deficiência protéica (Chrisp et al., 1989); e assim por diante.

A precisão com que a eficiência de absorção pode ser descrita é a principal fonte de erro nas estimativas de exigências nutricionais (Little, 1980), havendo necessidade de se fazer ajustes ocasionais nos níveis de minerais sugeridos nas tabelas (NRC, 1984). Existem indicações de que diferenças na disponibilidade de minerais entre cultivares e espécies forrageiras podem afetar diretamente o desempenho dos animais.

2.3. Quantificação dos minerais

Historicamente, ensaios experimentais envolvendo minerais baseavam-se no desempenho do animal que recebia a dieta onde era estabelecida determinada concentração do mineral. No entanto as

análises químicas não identificavam a forma química desses minerais, o qual altera fortemente a biodisponibilidade e sua utilização (Hall, 2006).

No diagnóstico da deficiência mineral é necessário que se estude suas diversas manifestações. Porém, na maioria das deficiências minerais, e, sobretudo quando elas não são acentuadas, a determinação do quadro clínico, apesar de necessário, não é suficiente. A certeza final no diagnóstico da maioria das deficiências de minerais é dada por dois meios (Tokarnia, 1988): dosagens químicas de tecido animal, de amostras de pastagens e de solo; e pela experimentação.

A análise de material proveniente dos animais permite verificar diretamente, com rapidez e facilidade, as deficiências existentes, com menor risco de erros na interpretação dos resultados. Principalmente tratando-se de fígado e ossos, com número relativamente pequeno de amostras, pode-se chegar à conclusão bastante segura sobre a ocorrência de deficiências minerais em extensas regiões (Hall, 2006).

A análise de amostra de fígado é eficaz para avaliar a condição do animal em relação à Co, Cu, Mn e Se, e eventualmente Zn. A análise de tecido ósseo é indicada em estudos sobre a deficiência de fósforo e cálcio. Análise soro e plasma sanguíneos são úteis no diagnóstico da deficiência de Mg, Zn, Cu, P e Ca, mas tem suas limitações. Por exemplo, os teores de fósforo são influenciados por estresse, exercício, hemólise, temperatura e tempo de separação de soro. Para avaliação de certas deficiências de minerais podem ser avaliados os pêlos, saliva, urina e as fezes (Tokarnia, 1988).

As deficiências minerais são diagnosticadas pelos sinais clínicos ou pela identificação das lesões nos tecidos “post-mortem”. Mas a confirmação das deficiências geralmente requer verificação analítica sendo que a maioria tem mais de um sinal clínico ou lesão. Em muitas instâncias a confirmação se dá com a resposta positiva à suplementação do mineral suspeito de deficiência. Mas a resposta positiva pode não ser devido à suplementação, mas devido à correção de outros sinais clínicos.

A idade do animal é importante para as interpretações do estatus mineral. Por exemplo, o feto acumula muitos minerais em diferentes taxas durante gestação. Além de que poucos minerais são fornecidos ao leite, sendo acumulados em alta concentração durante a gestação para fornecer adequada reserva até que o bezerro comece a consumir forragem. O Cobre, Ferro, Selênio, Zinco sofrem maior mudança em neonatos que em animais adultos.

Quando são realizados testes individuais nos animais, a saúde dos mesmos deve ser considerada. Por exemplo, em processos entéricos ocorre significativa perda de Sódio (Na), Potássio (K), Cálcio (Ca). Em acidose ocorrem trocas eletrolíticas entre tecido e sangue circulante. Infecções, febre, estresse, disfunções endócrinas e trauma podem alterar a circulação sanguínea de certos minerais e eletrólitos (Hall, 2006).

2.3.1. Cobre

A concentração de Cu no fígado dos ruminantes é correlacionada com a biodisponibilidade na dieta. Também é afetada pelas necessidades fisiológicas (ex. crescimento fetal) (McDowell, 1992).

A concentração de Cu em neonatos é alta, sendo afetada pela concentração encontrada na mãe. Fetos provenientes de vacas com concentração hepática de Cu superior a 25 mg/kg na matéria seca apresentaram concentrações superiores a de vacas com concentrações de Cu inferiores a 25 mg/kg na matéria seca (McDowell, 1992). No entanto, quando a ingestão de Cu é menor que a necessidade fisiológica, a concentração de Cu e a atividade da ceruplasmina no plasma não são consistentemente reduzidas até a concentração de Cu atingir patamar inferior a 40 mg/kg (Kincaid, 1999). Engle et al. (1964) encontraram correlação significativa entre Cu no fígado e no plasma quando existia menos de 33mg de Cu/kg no fígado. Claypool et al. (1975) sugerem que valores de 5 mg/ml ou menos são indicativos de baixos estoques de Cu no fígado.

Diversos fatores afetam a concentração de cobre no plasma. A concentração de Cu no soro é baixa cinco semanas antes do parto e aumenta durante processo infeccioso (Etzel et al, 1982 e Xin et al, 1993). O metabolismo de Cu é influenciado pelo genótipo, e diferenças significativas são encontradas em sua concentração no plasma e no fígado entre rebanhos de carneiros (Woolliams et al, 1985 citados por Kincaid, 1999).

O consumo de Zn, Fe, Mo e Se afeta a utilização de Cu. Grande consumo de Zn reduz a concentração de Cu no plasma e no fígado de bovinos e carneiros (Kincaid, 1999).

Dietas com Mo inibem a utilização e o consumo Cu. No rúmen, Mo combina com a forma reduzida do sulfato para formar tetratiomolibdato, que combina com Cu e previne sua absorção. No plasma, Mo liga-se às proteínas

removendo o Cu do fígado e exacerbando as perdas de Cu pela urina, sendo acumulados vários complexos Mo-Cu no rim. O complexo Mo-Cu no plasma é precipitado pelo ácido trichoroacético (TCA), sendo necessário tratar o plasma sanguíneo com TCA para posterior análise de Cu, para prevenir a subestimativa da concentração Cu (Kincaid, 1999).

No plasma, 70 a 90 % do Cu estão associados com a ceruplasmina (Cp). A atividade da Cp é correlacionada com Cu no soro de bovinos ($r=0.83$) e carneiro ($r=0.92$). A ceruplasmina é muito estável mantendo sua atividade transportadora. A atividade da Cp aumenta de forma aguda próximo do parto, como as proteínas de fase aguda aumentam durante a infecção a não ser que o animal tenha estatus de Cu marginal ou baixo (Blakely, 1993).

A atividade da Cp é 18 a 35% mais baixa no soro do que no plasma e a concentração de cobre é aproximadamente 14% mais baixa no soro que no plasma (Kincaid et al., 1986). Aproximadamente 60% do Cu presente no eritrócito estão associados com a enzima superóxido dismutase (SOD). Entretanto a dosagem de Cu pela enzima SOD não é muito sensível, pois essa enzima não diminui na deficiência de Cu, quando a concentração plasmática ou a Cp são reduzidas (Gengelbach, 1998).

A avaliação da atividade das enzimas citocromo oxidase no neutrófilo e outros tecidos tem sido indicada como marcador do estatus de Cu. Mas a citocromo oxidase dos leucócitos circulantes de bovinos e ovinos declina mais lentamente que a concentração no plasma ou a Cp sendo menos efetiva para medir o estatus de Cu (Gengelbach, 1998).

Neutrófilos isolados de novilhas consumindo aproximadamente 7 ppm de Cu possuem menor capacidade de lise das bactérias engolfadas do que rebanhos suplementados com 20 ppm de Cu, sendo que a produção de superóxidos e a fagocitose não são afetadas. A habilidade dos neutrófilos fagocitar pode ser útil para avaliar a concentração de Cu (Torre et al, 1996).

2.3.2. Zinco

Em ruminantes a concentração de zinco diminui durante a deficiência dietética de Zn. Rebanhos consumindo dietas deficientes em Zn (1,2 ppm Zn dietético) apresentam redução na concentração de Zn no plasma em 36 horas (Kincaid, 1999).

A concentração de zinco no plasma flutua com a idade, estresse e restrição alimentar. A concentração de Zinco no plasma de bezerras ao nascer é de 2,3 mg/mL e diminui para 1,2 mg/mL com 12 semanas de idade. A concentração de Zn diminui no soro de vacas com estresse calórico e cetose e aumenta em vacas com mastite e em vacas velhas (Kincaid, 1999).

Uma maneira de determinar a concentração de Zn no sangue inclui a concentração de zinco nos linfócitos, granulócitos, e plaquetas. Em humanos, essas determinações mostram-se mais responsivas do que no plasma para determinar a concentração de Zn (Prasad, 1998).

Segundo Mills (1987) a concentração de zinco no tecido não representa o estatus corporal. O fígado e o soro são os melhores representantes. Mas a concentração de zinco no soro e no fígado é alterada pela idade, doenças infecciosas,

trauma, febre e estresse. Tem sido sugerido que o pâncreas é o melhor indicador do estatus corporal.

2.4. Minerais complexados

Estudos com minerais “orgânicos”, quelatados ou complexados têm sido desenvolvidos com a finalidade de garantir a absorção do mineral no trato intestinal, sem entrar no processo de competição iônica (pressão iônica da mucosa intestinal), normalmente determinada pela presença de maior concentração dos íons minerais. Este interesse no uso de minerais complexados deve-se a relatos de melhora no desempenho animal, como ganho de peso, eficiência de conversão alimentar, alteração na composição da carcaça, aumento na produção de leite, ou mesmo a percepção de melhorias em saúde e desempenho reprodutivo de fêmeas bovinas (Santos, 2006).

São denominados quelatos os compostos formados por íons metálicos sequestrados por aminoácidos, peptídeos ou complexos polissacarídeos que proporcionam a esses íons alta disponibilidade biológica, alta estabilidade e solubilidade. A palavra “quelato” vem do grego “chele” que significa “garra”, termo adequado para descrever a maneira pela qual íons metálicos polivalentes são ligados a compostos orgânicos ou sintéticos (Mellor, 1964).

Segundo Vandergrift (1984), a definição técnica de quelato é um mineral da primeira série de transição da Tabela Periódica (Cr, Mn, Ni, Co, Cu e Zn) que se liga ao aminoácido por ligação covalente, formando substância estável e eletricamente neutra. Nesse estado (quelato), o metal é quimicamente inerte, não sofrendo influência de outros

componentes da dieta como fibra e gorduras (Cristy, 1984).

A quelação em heterocíclicos consiste na formação de anéis de coordenação, constituídos por um átomo metálico central que coordena duas ou mais espécies iônicas ou moleculares ligadas às posições ativas do átomo, conferindo ao composto quelado propriedades novas e diferentes. As propriedades dos íons metálicos quelados modificam as características químicas e físicas dos grupos coordenados; protege-os da influência dos agentes externos, tornando-os resistentes à dissociação dos componentes e dando-lhes estabilidade química (Maletto, 1984). Para a formação dos quelatos pode-se lançar mão de numerosas moléculas como ligantes, que têm função específica no metabolismo. Elas são de baixo peso molecular e a capacidade oxidativa ou “ligante” depende do tamanho da molécula e da presença de radicais carboxílicos.

As principais moléculas ligantes são os ácidos aminado, ascórbico, cítrico, glucônico e etilenodiaminotetracético (EDTA). Normalmente, um cátion polivalente (mineral) pode fazer a ligação com uma, duas ou várias dessas moléculas, para formar um “composto mineral organicamente ligado” ou quelato, podendo assim ser comercializado como fonte de mineral. Outra forma de quelação possível seria através de microorganismos, mais comumente fungos e leveduras (Borges, 1994).

A “Association of American Feed Control Officials” – AAFCO (1997) define esses produtos minerais orgânicos da seguinte forma:

Quelato metal-aminoácido - é um produto resultante da reação de um sal metálico solúvel com aminoácidos na proporção molar, isto é, um mol do metal para um a três moles (preferencialmente dois) de aminoácidos na forma de ligação covalente coordenada. O peso molecular médio dos aminoácidos hidrolisados pode ser, aproximadamente, de 150 dáltons e o peso molecular resultante do quelato não deve exceder a 800 dáltons.

Complexo aminoácido-metal - é um produto resultante da complexação de um sal metálico solúvel com aminoácido(s).

Metal proteinado - é o produto resultante da queação de um sal solúvel com uma proteína parcialmente hidrolisada.

Complexo metal-polissacarídeo - é o produto resultante da complexação de um sal solúvel com polissacarídeo.

Em geral, elementos minerais quelatados mostraram biodisponibilidade maior ou igual aqueles na forma de sulfato ou óxido (Ammerman & Henry, 1994). Para a utilização mais efetiva desse produto, são necessárias mais informações a respeito de sua composição, absorção e metabolismo no tecido que define sua disponibilidade biológica.

Assim, a disponibilidade biológica do metal na forma quelatada é dependente de três condições básicas na estrutura do composto:

Da forma de ligação com o metal - Nos quelatos formados com dois ou três aminoácidos, o íon metálico fica inerte na molécula, entrando com facilidade nas vias metabólicas, pois assume a característica da molécula orgânica.

Do peso molecular da forma quelatada - O baixo peso molecular é a chave para a absorção como molécula intacta. Se o peso molecular de um quelato for maior do que 800 dáltons, certamente sofrerá prévia hidrólise na luz do trato digestivo e a absorção pela mucosa não será garantida (AAFCO, 1997).

Da constante de estabilização do quelato - Deve ser constituído de dois ou três anéis de aminoácidos quelantes para serem estáveis. Se a constante de estabilização dos aminoácidos é grande, estes irão resistir à ação de peptidases que quebram as ligações peptídicas internas, liberando o átomo de metal na molécula (Ashmead, 1993).

São atribuídas a esse tipo de fonte as vantagens de maior absorção, maior retenção no organismo, ausência de influência de outros minerais ou ingredientes da dieta, não formação de complexos insolúveis, menor influência nas perdas de ingredientes da dieta (Marchetti et al, 2000), ser mais estável em baixo pH (Leeson e Summers, 2001). O mecanismo de absorção é diferenciado, segue o padrão da parte orgânica da molécula. Com isso não existe a necessidade de ligação a moléculas transportadoras na superfície das células, o que acelera a absorção e determina a não interferência de um mineral na absorção do outro (Peixoto, 1995).

Trabalhos "in vivo" têm demonstrado que minerais sob a forma de sais inorgânicos são geralmente ionizados no estômago e absorvidos no duodeno, onde o pH ácido determina a solubilidade. Daí são ligados a proteínas e incorporados pela membrana das células da mucosa intestinal (Ashmead, 1993).

O transporte para o interior das células se dá pela difusão passiva ou pelo transporte ativo. Nessas condições é que podem ocorrer perdas pela reação com compostos, como colóides insolúveis (Herrick, 1993), ou no processo de competição pelos sítios de absorção entre os elementos minerais, com interações antagônicas que inibem a absorção.

No caso de aminoácidos quelatados, o elemento mineral metálico na molécula é quimicamente inerte, por causa da forma de ligação. Então não é afetado pelos diferentes ânions como os íons metálicos livres. Os minerais quelatados são absorvidos no jejuno, atravessam as células da mucosa e passam diretamente para o plasma. A separação do aminoácido quelante dá-se no local onde o elemento mineral metálico é utilizado (Ashmead, 1993).

2.5. Resposta à utilização de minerais complexados

Alguns estudos têm demonstrado resposta positiva aos quelatos quando comparados com fontes inorgânicas (McDowell, 1996).

Segundo Spain (2005) e Spears (1996) a suplementação com minerais complexados reduz as células somáticas. A utilização de Zn e Cu complexados ajuda a manter a saúde da pele por meio da síntese de queratina e colágeno, promovendo a formação de queratina no canal do teto, não permitindo a entrada de patógenos no interior da glândula mamária, aumentando a resposta imune aos patógenos. Spear (1996), também, cita que a suplementação com Zn-metionina melhorou a textura do casco, reduziu a ocorrência de rachaduras no talão e de dermatite interdigital em vacas leiteiras.

Spears (1989) citado por McDowell (1996), concluiu em seus estudos que certos complexos orgânicos na dieta de ruminantes aumentam o desempenho (crescimento e produção de leite), a qualidade de carcaça e resposta imune, e decresce a contagem de células epiteliais no leite quando comparados aos animais suplementados com as formas inorgânicas.

Spears et al (2004) demonstraram biodisponibilidade similar entre o Zn-metionina e o sulfato de Zn em bovinos, mas a forma Zn-glicina aumentou a concentração de Zn no plasma e no tecido hepático, devido a maior absorção e retenção nos tecidos. Esses autores, também observaram que a biodisponibilidade do Zn na forma de Zn-metionina é similar ao do sulfato e óxido de zinco, mas na forma de Zn-glicina ou de proteínado, ela é pouco superior às formas inorgânicas.

O uso de Cu na forma de Cu-lisina aumenta a retenção de Cu nos tecidos, comparado com sulfato de Cu (Spears, 1996). Esses resultados são devidos à maior absorção e menor excreção urinária. O desempenho reprodutivo de novilhas de corte não foi melhor pelo fornecimento de Cu-lisina comparado com sulfato de Cu (Muehlenbein et al., 2001). No mesmo estudo, a saúde dos bezerros nascidos de vacas suplementadas com Cu-lisina não foi alterada.

Nos casos em que existem altas concentrações dietéticas de alguns minerais, como o molibdênio, formas orgânicas de cobre seriam vantajosas. Dessa forma, pode-se evitar, por exemplo, a formação de complexo tiomolibdato de cobre (Cu-Mo-S) no sistema digestivo (McDowell, 1996).

Spears (1989) não encontrou nenhuma diferença no crescimento de novilhos recebendo óxido de zinco (ZnO) e o quelato de zinco com metionina, embora houvesse tendência a melhor resposta nesse último tratamento. Analisando os resultados, o autor observou que, nas condições experimentais, tanto o Zn presente, sob forma de óxido, como quelatado, foram absorvidos num grau semelhante. Após a absorção, entretanto, parece que foram metabolizados de formas diferentes: houve tendência à menor excreção urinária e menor taxa de declínio no plasma do zinco nos animais suplementados com a forma quelatada.

O zinco e o cobre complexados com proteínas ou aminoácidos, tais como a metionina ou lisina, tendem a ter vantagem com relação as suas formas inorgânicas quando são administrados a animais estressados. O peso na desmama foi mais alto para bezerros suplementados com Zn-Metionina comparados com o controle e os que recebiam óxido de zinco (Spears & Kegley, 1991).

Por outro lado, pesquisas que avaliam os efeitos das concentrações de zinco na mistura mineral de vacas em reprodução, sobre a incidência de doenças em bezerros e a resposta imune, demonstraram que os tratamentos T1 (mistura mineral sem Zn) e T3 (mistura mineral para consumo de 30 mg/kg de Zn, na matéria seca, na forma inorgânica/dia) tiveram maior incidência de doenças decorrentes (22% e 18,5%, respectivamente) quando comparado aos tratamentos T2 = 3% (mistura mineral para consumo de 30 mg/kg de Zn, na matéria seca, na forma complexada/dia) e T4 = 3% (mistura mineral para consumo de 60 mg/kg, na matéria seca, de Zn na forma inorgânica/dia). Os resultados até então encontrados para resposta imune,

obtidos pela dosagem de IgG e IgM e contagem de leucócitos, não foram estatisticamente significativos entre os tratamentos (Moraes et al., 2001).

2.6. Relação entre minerais e imunidade

Cole (1992) sugere, com exceção do potássio, que o requerimento atual de mineral de bezerros estressados não é muito superior aos não estressados. No entanto é necessário aumento na concentração de muitos minerais para compensar o baixo consumo de minerais quando o animal é submetido ao estresse. Em adição, muitos microminerais, mais precisamente o Zn, Cu, Cr, e Se, tem sido estudados devido aos seus efeitos na função imune.

Condições estressantes impedem o animal de lutar contra desafios e enfermidades. A liberação de glicocorticóides, como o cortisol, reduz a função imune, a proliferação de linfócitos e diminui a produção de citocinas. Também induz a aumento dos processos oxidativos que permitem a produção de grupos reativos chamados de metabólicos reativos de oxigênio (MRO). Esses são produtos normais do metabolismo e possuem importante papel no metabolismo como na migração de células fagocitárias durante a degradação bacteriana (Kurz, 2004). Entretanto, os produtos oxidativos podem, por sua vez, danificar a saúde das células se não eliminados.

Os mecanismos antioxidantes servem para estabilizar os radicais livres, mantendo a integridade funcional e estrutural das células. São de extrema importância no sistema imune e na saúde dos animais (McDowell, 2002).

Os mecanismos antioxidantes que estão presentes no organismo são dependentes de nutrientes essenciais como Cu, Zn, Se, Mn, vitamina E e vitamina A. Muitos desses minerais são cofatores de enzimas que reduzem ROM, como glutadiona peroxidase (GSH-Px), superóxido dismutase de cobre e zinco (Cu/Zn SOD) e superóxido dismutase de manganês (Mn SOD) (Kurz, 2004).

As exigências de microminerais da dieta necessárias para otimizar a função imune na maioria das vezes são mais altas que o máximo recomendado para crescimento e prevenção da deficiência clínica. Certos minerais como S, Mo, e Fe possuem a habilidade de inibir a eficiência do Cu, Zn, Se e Mn, pois se ligam a esses no rúmen diminuindo sua absorção (Kurz, 2004).

Existem vários sítios potenciais em que os microminerais podem afetar o sistema imunológico. Muitos deles envolvem o Zn. A deficiência de Zn é consistentemente associada com aumento da morbidade e mortalidade (Kincaid, 1999). A resposta imune a vários patógenos causa rápida diminuição do Zn sanguíneo. A deficiência de Zn está associada com redução da fagocitose e ação dos macrófagos, diminuição da população de linfócitos e atrofia do baço e timo. A resposta do linfócito T à mitogênese e às citocinas são inibidas na deficiência de Zn. Também é importante na ativação das células B. Bezerros alimentados com Zn metionina possuem grande resposta antimicrobiana em reação ao herpesvirus bovino (Kurz, 2004). O Zn, bem como o Zn metionina reduzem a contagem de células somáticas (CCS) em aproximadamente 22% em vários trabalhos, segundo Kincaid et al. (1999). A ceruplasmina, uma proteína da fase aguda, não aumenta o que seria o

esperado, após a inoculação de herpesvirus em bezerros deficientes em Cu (McDowell, 1996).

Muitos sintomas da deficiência de Cu estão associados com a redução da função das metaloenzimas Cu dependentes, como citocromo C oxidase (CCO), cobre/zinco superóxido dismutase (Cu/Zn SOD), dopamina β -dismutase e tirosina. A CCO é uma enzima terminal da cadeia transportadora de elétrons. A Cu/Zn SOD é a maior enzima antioxidante do citoplasma das células, que tem a função de mediar a redução de dois superóxido (O_2) para formar uma molécula de peróxido de hidrogênio. Cu é componente da enzima dopamina β -dismutase, que é requerida para produção de epinefrina e norepinefrina. Também é cofator da enzima tirosinase, que catalisa a conversão do aminoácido, tirosina, a melanina (Kurz, 2004).

O Zn é elemento essencial nas metaloenzimas como anidrase carbônica (AC), polimerase de ácido nucléico e também na Cu/Zn SOD. A anidrase carbônica tem importante papel na regulação do pH do rúmen e absorção dos ácidos graxos voláteis. A alta concentração de AC no epitélio ruminal aumenta a absorção dos ácidos graxos voláteis. Ou seja, o CO_2 absorvido nas células epiteliais combina com H_2O na presença de AC produz HCO_3^- . A produção de HCO_3^- no epitélio ruminal resulta em gradiente de próton favorável a absorção de ácidos graxos voláteis (Kurz, 2004). A polimerase de ácido nucléico, responsável pela síntese de RNA, contém dois átomos de Zn (Voet et al, 1999).

Animais deficientes em Cu e Zn mostram reduzida capacidade fagocitária. Fato associado a diminuição da disponibilidade da enzima Cu/Zn SOD requerida pelos macrófagos e neutrófilos.

Carneiros deficientes em Cu apresentam diminuição da atividade Cu/Zn SOD como também poucos neutrófilos viáveis comparado com o controle *in vitro* (Kurz, 2004).

2.7. Influência dos macro e micro minerais no período peri-parto

A infertilidade em vacas de leite é um problema complexo, multifatorial, que não pode ser avaliado isoladamente de outras doenças ou desordens fisiológicas. Mas, em geral, a prevenção do surgimento de algumas desordens ou/e doenças como a hipocalcemia, mastite, laminite e retenção de placenta é importante, evitando assim os efeitos negativos sobre a reprodução (Wilde, 2006). Macro, micro minerais e vitaminas possuem papel vital para prevenir essas desordens no período peri-parto. Com base nas funções gerais dos macro e microelementos, pode-se afirmar como regra geral, que toda deficiência mineral capaz de produzir alterações na saúde e no metabolismo do animal, tende a interferir também, em alguma medida, no seu desempenho reprodutivo (Hurley, 1989; Guthrie, 2008).

Os minerais que geralmente afetam a reprodução em bovinos estão classificados na categoria dos microminerais, mas Ca e P também podem estar envolvidos (Boland, 2003).

O parto e o início da lactação são períodos de muito estresse para vacas de leite devido aos grandes desafios metabólicos que ocorrem nesse período. Durante as últimas duas semanas pré-parto, vacas de leite geralmente estão em balanço negativo de energia e cálcio, e nos últimos dias que antecedem o parto, o balanço de outros nutrientes tais como proteína, vitaminas e minerais também

podem ser comprometidos. A principal razão desse balanço negativo de nutrientes é o contínuo decréscimo no consumo de matéria seca (MS) (Bertics et al., 1992; Santos, 1996) associado ao aumento nas demandas de nutrientes para crescimento fetal e síntese de colostro (Bell, 1995; Davis et al., 1979). A redução nos níveis sanguíneos de agentes antioxidantes como a vitamina E, o β -caroteno, vitamina C e alguns microminerais tais como o selênio e o zinco podem comprometer as funções do sistema imunológico e resultar num aumento da incidência de doenças infecciosas. O estado imunológico da vaca de leite durante as últimas semanas pré-parto pode ser afetado pela sua condição nutricional. Baixos níveis sanguíneos de vitaminas A e E, selênio, zinco e cobre estão associados com aumento no estresse oxidativo e redução na atividade leucocitária (Weiss et al, 1995; Erskine, 1993). Essa redução na atividade leucocitária está relacionada principalmente com capacidade dos leucócitos em destruir e eliminar bactérias após fagocitose (Erskine, 1993). Logo após a ingestão de patógenos (fagocitose), os leucócitos iniciam um processo de alto consumo de oxigênio, o qual é utilizado para síntese de peróxidos e superóxidos por uma organela presente no citosol da célula, o fagolisossomo. Essas substâncias são altamente reativas e têm como função destruir qualquer microrganismo presente no fagolisossomo das células brancas. No entanto, radicais livres podem atravessar a membrana desses fagolisossomos e, no citosol das células, eles podem causar destruição da membrana celular, do sistema enzimático e dos ácidos nucleicos (DNA e RNA) ocasionando morte da própria célula branca. A presença de níveis adequados de substâncias antioxidantes, derivadas de vitaminas e microminerais têm como

função impedir que os radicais livres presentes no citosol da célula causem danos à própria estrutura física e química da célula, reduzindo assim a taxa de destruição celular (Santos, 1996).

2.7.1. Influência do Zn na reprodução

Zinco é outro micromineral que tem papel importante em inúmeros sistemas enzimáticos e de defesa dos tecidos. Ele atua na manutenção da integridade de epitélios e em outros aspectos do sistema imunológico. As recomendações do NRC (1989) para níveis de zinco na dieta de vacas secas é de 40 ppm na MS. A utilização de níveis mais altos de Zn tem gerado resultados controversos no que diz respeito à redução na incidência de mastite e na contagem de células somáticas pós-parto (Harmon e Torre, 1994).

Muitas proteínas e enzimas contêm zinco, sendo que muitas dessas enzimas possuem importância particular nos tecidos reprodutivos, mas pouco se sabe sobre a influência da deficiência de zinco nas funções dependentes de zinco. Em geral, zinco é componente essencial ou ativador das enzimas envolvidas na esteriodogênese. O Zinco age indiretamente através da pituitária influenciando os hormônios gonodotróficos ou diretamente através da formação de complexos com ligantes específicos nas gônadas e glândulas prostáticas. A deficiência de Zn em fêmeas de rato afeta a função reprodutiva e dificulta o parto em ovelhas. Baixo consumo de zinco afeta severamente os parâmetros endócrinos em ovelhas prenhes. Novilhas recebendo Zn na suplementação possuem taxa de prenhes maiores (93%) que as não suplementadas (62%). E ocorre aumento na taxa de concepção em vacas (Wilde, 2006).

2.7.2. Influência do Cobre na reprodução

A deficiência de Cu é principalmente representada por desordens reprodutivas. Morte embrionária é comum. Sub-ótima atividade ovariana, atraso do estro, redução na taxa de concepção, aumento da incidência de retenção de placenta, dificuldade de parto estão associadas com deficiência de Cu (Hurley, 1989).

Cu está envolvido na manutenção da atividade dos hormônios da hipófise no sangue. Ele facilita a ação da prostaglandina E_2 (PGE_2), provavelmente ligando ao receptor de PGE_2 . A liberação de Cu extracelular pelo axônio terminal modula a liberação de LH pelo neurônio (Wilde, 2006).

Uma das principais funções do cobre nos processos de defesa do organismo é o seu papel como componente da enzima superóxido desmutase (SOD). De acordo com o NRC (1989) e o NRC (2001), a dieta de vacas secas, assim como a de vacas em lactação, deve conter 10 ppm de cobre. Entretanto, outras pesquisas têm mostrado que níveis relativamente mais altos podem reduzir a incidência de mastite e reduzir a contagem de células somáticas durante a lactação. De acordo com Weiss et al. (1995) e Harmon e Torre (1994), dietas de vacas secas devem conter 20 ppm de cobre na forma de sulfato de cobre. Deve-se evitar o uso de óxido de cobre, pois este tem muito baixa biodisponibilidade.

2.8. Composição do colostro

O fornecimento de colostro com alta qualidade pode reduzir a mortalidade, fortalecer o sistema imune e aumentar a sobrevivência dos animais (Quigley e Drewry, 1998). Falhas no fornecimento

Tabela 2. Médias de concentração de minerais no sangue em grupos com retenção de placenta, abortos e controle

Minerais	Retenção de placenta (n=18)	Aborto (n=6)	Controle
Cálcio (mg/dL)*	6,48 ± 0,32 ^a	7,64 ± 0,35 ^{ab}	9,41 ± 0,39 ^b
Zinco (mg/dL)**	0,34 ± 0,02 ^a	0,57 ± 0,04 ^b	0,71 ± 0,04 ^b
Magnésio (mg/dL)	2,19 ± 0,13	1,83 ± 0,25	2,14 ± 0,24
Potássio (mmol/L)	4,85 ± 0,28	4,37 ± 0,25	4,68 ± 0,23
Sódio (mmol/L)	135,95 ± 5,15	136,99 ± 13,7	131,26 ± 9,61

(^{a,b}): P < 0,01, (^{c,d}): P < 0,001. Os valores diferem entre linhas. Adaptado de Akar (2004)

de colostro reduzem a transferência de imunoglobulinas e retardam a provisão de nutrientes essenciais que suplementam as reservas do recém-nascido. A composição do colostro é importante para satisfazer os requerimentos nutricionais do bezerro, principalmente daqueles nutrientes que atravessam pouco pela placenta, como as vitaminas lipossolúveis. Os bezerros também necessitam de gordura e proteína para obter energia e desenvolvimento muscular nos primeiros dias de vida, como também, fatores de crescimento e muitos outros nutrientes que estão concentrados no colostro (Kehoe, 2007).

O colostro contém aproximadamente o dobro de sólidos totais presente no leite

Tabela 3. Concentração de IgGs no colostro, conforme pesquisas realizadas em 2006 e 2007

	Kehoe et al (2007)	McGee (2006) Multíparas c/silagem	McGee (2006) Multíparas c/palha	McGee (2006) Primíparas c/silagem
Igs total		206,4	195,5	181,0
IgG ₁ (mg/ml)	34,9	190,4	180,6	165,4
IgG ₂ (mg/ml)	6,0	3,2	3,6	2,7
IgM (mg/ml)	4,32	10,6	9,3	11,3
IgA (mg/ml)	1,66	3,5	3,3	2,6
lactoferrina (mg/ml)	0,82			

O volume de colostro produzido, a duração do período seco, vacinações e ordem do parto podem influenciar o conteúdo de IgG₁ no colostro (Kehoe et al. 2007). Lona-D (2001), encontrou menor concentração de imunoglobulinas (7,6 ± 6,7g/l) em vacas com retenção de

integral, fornecendo 1,16 Kcal de energia bruta/g, aproximadamente o dobro da energia fornecida pelo leite. O conteúdo de proteína é quatro vezes maior que aquele do leite, devido principalmente, às concentrações de imunoglobulinas (Kincaid, 1992).

Segundo Earley et al. (2000), das imunoglobulinas (Igs), a sub-classe G (IgG₁ e IgG₂), imunoglobulina M (IgM) e imunoglobulina A (IgA) possuem grande importância na proteção contra doenças ou infecções.

Na tab. 3 observa-se as concentrações de IgGs encontradas no colostro, por Kehoe et al (2007) e McGee (2006).

placenta, em relação a vacas que não apresentaram retenção de placenta (15,2 ± 8,6g/L).

O colostro é uma fonte significativa de minerais para bezerros recém-nascidos. A produção e a composição mineral do colostro variam com o aporte de

nutrientes para a glândula mamária, sendo este, influenciado pelo fluxo sanguíneo e utilização dos nutrientes pela mesma (Foley e Otterby, 1978).

A concentração de minerais no colostro, como Ca, P, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn, é alta no momento do parto e diminuí com o tempo após o parto. Segundo Kincaid (1992), essa concentração aproxima-se do conteúdo do leite em aproximadamente 25 horas pós-parto. Segundo Salih (1987), o colostro possui alta concentração de Mg, P, Cu, Fe, Se e Zn, maiores que no leite, entretanto a concentração de Mn é maior no leite.

A concentração de Zn é superior no colostro em comparação ao leite, sendo reflexo da presença deste elemento tanto na caseína como na fração soro. A caseína liga-se com Zn devido ao seu grupo fosfato (Kume e Tanabe, 1993). Segundo Kincaid e Cronrath, (1992), a hipótese que justifica a elevação da concentração de Zn no colostro se deve ao aumento do corticosteróide no parto. Este evento favorece a transferência de Zn do sangue para glândula mamária. A concentração de Zn também sofre interferência da ordem de parto, sendo mais elevada em vacas primíparas do que

em vacas múltiparas (Kume e Tanabe, 1993). A concentração de Ca, P, Mg, Na, Fe, Zn, Cu e Mn é alta ao parto e diminui rapidamente com o tempo pós-parto. As tab. 4 e 5 mostram a variação dos minerais no colostro, segundo Kume & Tanabe (1993), durante as primeiras 72 horas pós-parto e a variação segundo a ordem de parição.

2.9. Imunoglobulinas no soro sanguíneo de vacas

Segundo Guy et al. (1994), a concentração de IgG₁ no soro sanguíneo começa a diminuir 13 dias antes do parto, chegando ao mínimo entre seis dias e o

dia do parto. A diminuição da concentração de IgG₁ no soro próximo ao parto resulta do transporte durante a formação do colostro.

Brandon et al. (1971), ao quantificarem as IgG₁, IgG₂, IgM, IgA e albumina no soro sanguíneo e na glândula mamária de vacas, antes e após o parto, verificaram que a concentração de IgG₁ no soro diminuía abruptamente, mais de 50%, duas a três semanas antes do parto, com as concentrações das proteínas restantes permanecendo inalteradas durante o mesmo período. Os valores da IgG₁ retornavam aos níveis normais quatro semanas após o parto. Pritchett et al. (1991) constataram decréscimo gradual nos níveis séricos de IgG₁ durante as últimas cinco semanas de gestação, ocorrendo, entretanto, após a parição, aumento crescente dessa fração protéica. Mas outros relatos afirmam que a transferência máxima de imunoglobulinas da corrente sanguínea para a glândula mamária ocorre na semana que antecede o parto (Sasaki et al., 1976) ou entre três e dez dias que antecedem a parição, como sugeriram Winger et al. (1995).

Pritchett et al. (1991) e Mechor et al. (1992) afirmaram que o número de lactações não tem influência significativa sobre a concentração de IgG no colostro. Todavia, Jain (1993), discordando de tais afirmações, relatou que a gestação, o parto e a lactação influenciaram as concentrações das proteínas plasmáticas, mas durante o último estágio da gestação elas diminuíram em virtude do desvio, principalmente de albumina e IgG, para o úbere, particularmente para formação do colostro.

Moraes (1999), utilizando o teste da turbidimetria pelo sulfato de zinco, para

determinar os níveis de imunoglobulinas séricas de 81 vacas da raça Holandesa,

Tabela 4. Médias e desvios padrão de colostro e minerais de zero a 72 pós-parto

Variável	Tempo pós-parto				Desvio padrão
	0h	12h	24h	72h	
Produção de colostro (kg/d)	11,7 ²	-	14,9 ³	21,6 ⁴	2,4
Ca (mg/dL)	209,0	168,0	143,0	125,0	19,0
P (mg/dL)	175,0	143,0	125,0	101,0	17,0
Mg (mg/dl)	31,0	20,7	14,5	10,6	4,3
Na (mg/dL)	69,0	64,0	58,0	53,0	8,0
K (mg/dL)	148,0	149,0	158,0	150,0	12,0
Fe (ppm)	2,0	1,5	1,2	1,1	0,6
Zn (ppm)	17,2	10,2	6,4	5,2	2,5
Cu (ppm)	0,12	0,09	0,08	0,08	0,03
Mn (ppm)	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02

Adaptado de Kume e Tanabe (1993).

¹ 0-24 h pós-parto; ² 24-48 pós-parto, ³ pós-parto, ⁴ pós-parto.

Tabela 5. Concentração plasmática de Ca, P, Mg, Zn, e Cu segundo a ordem de partos

Variável	Dias pós-parto	Ordem de partos				
		1	2	3	4	≥5
Ca (mg/dL)	1	12,0 ^a	11,7	11,5	11,2 ^b	11,5
	6	11,9	11,8	11,7	11,5	11,3
Pi (mg/dL)	1	8,90	9,14 ^a	8,69	8,19 ^b	8,89
	6	9,24 ^a	9,19	9,19	8,51 ^b	9,31
Mg (mg/dL)	1	1,92 ^A	1,97 ^A	1,84	1,81	1,93
	6	1,76 ^B	1,76 ^B	1,77	1,74	1,76
Zn (PPM)	1	1,26	1,10	1,13	1,36	0,98 ^B
	6	1,18	1,26	1,22	1,46	1,33 ^A
Cu (PPM)	1	0,44 ^B	0,43 ^B	0,49	0,51 ^B	0,53 ^B
	6	0,77 ^A	0,74 ^A	0,70 ^A	0,64	0,66

^{B,A} Médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas diferem-se (P<0,05)

^{a,b} Médias seguidas de letras minúsculas nas linhas diferem-se (P<0,05)

Fonte: adaptado Kume & Tanabe (1993)

antes e após o parto, e dos seus bezerros, desde o nascimento até 210 dias de vida, constatou, nas vacas, menores valores no período compreendido entre 14 dias antes do parto até sete dias pós-parto, indicando ter havido migração de imunoglobulinas da corrente sanguínea para a glândula mamária.

Feitosa (2000) quantificou as imunoglobulinas séricas das vacas no final da gestação, no puerpério ou 180 dias após o parto. Demonstrou haver decréscimo gradual da imunoglobulina G antes da parição, de $2.467,29 \pm 831,15$ mg/dl para $2.298,66 \pm 799,33$ g/dl e da imunoglobulina M de $307,53 \pm 81,79$ mg/dl para $272,24 \pm 90,55$ mg/dl, no momento do parto, confirmando as afirmações de Moraes et al. (1997) que destacaram diminuição dos níveis séricos de imunoglobulinas em 81 vacas da raça Holandesa no período compreendido entre 14 dias antes do parto até sete dias pós-parto. Nove dias após o parto observou-se, por meio da turbidimetria pelo sulfato de zinco, o início de elevação gradativa dos teores de IgG, constatando-se, aos seis meses pós-parto, aumento de cerca de 62% da concentração sérica de IgM e de 45% de IgG em relação aos valores obtidos no momento da parição.

2.10. Minerais em bezerros

O feto é completamente dependente da mãe, através da placenta, suprindo sua necessidade de microminerais essenciais. Cu, Mn, Zn e Se são freqüentemente os microminerais limitantes para o feto e para o recém-nascido. Caso a vaca apresente baixo consumo desses minerais, o bezerro nascerá com baixa reserva corporal destes minerais (Abdelrahman, 1993). No entanto, o perfil de minerais do

bezerro recém-nascido não depende somente dos minerais consumidos pela vaca gestante, do estágio da gestação, da eficiência de transporte placentário, mas também da capacidade inerente dos órgãos fetais em acumular reservas de minerais (Kume e Tanabe, 1993).

A deficiência de nutrientes maternos pode prejudicar o desenvolvimento fetal, aumentando os índices de mortalidade e morbidade dos bezerros. Dentre os minerais, tanto os macro quanto os micro minerais podem afetar o desenvolvimento fetal, principalmente durante o final da gestação (Davis e Drackley, 1998), visto que a demanda por microminerais aumenta rapidamente durante a gestação podendo resultar em diminuições nos estoques maternos e/ou fetais (Widdowson et al.1974, citado por Gooneratne e Christensen ,1989).

Quando o consumo de Cu pela vaca é deficiente, a transferência deste elemento torna-se também insuficiente para o desenvolvimento fetal, desencadeando anormalidades no sistema nervoso central, esquelético e no metabolismo fetal (Mertz, 1987; Widdowson et al, 1974 citado por Abdelrahman e Kincaid, 1993).

O cobre é depositado no fígado dos bezerros, sendo este mineral utilizado após o nascimento para suprir a baixa concentração de Cu do leite materno (Hidiroglou e Knipfel, 1981). A taxa de incorporação total de Cu pelo fígado fetal tem comportamento exponencial, havendo acréscimo desta no final da gestação, sendo que a mesma está diretamente relacionada com o Cu hepático materno. Contudo, neste mesmo trabalho foram observados que concentrações hepáticas de Cu dos fetos provenientes das mães com concentrações hepáticas de Cu superiores a 25 mg/Kg na

MS, foram maiores do que as concentrações de Cu no fígado dos fetos provenientes de vacas com concentrações de Cu hepáticas inferiores a 25 mg/Kg na MS. Esta observação demonstra que pode haver transferência de Cu de forma inadequada pela placenta, e a impossibilidade do feto em extrair o Cu quando o estatus mineral materno esta deficiente (Gooneratne e Christensen, 1989).

Cobre e Ferro são utilizados de forma integrada na hematopoiese. Segundo Hidirouglou e Knipfel (1981), o cobre e o ferro hepáticos estão correlacionados. Estes autores encontraram maior valor de cobre no plasma materno que na placenta, ocorrendo o oposto com o ferro. Nos fetos foram encontrados baixos níveis de cobre no plasma fetal correspondendo a elevado nível de ferro no tecido fetal acompanhado também de elevado nível de ferro no soro fetal. Estes achados sugerem a existência de correlação de forma antagônica entre os dois minerais, devido a possível competição pelo mecanismo de transporte dos dois minerais.

AbdelRahman e Kincaid (1993) avaliaram a deposição de Cobre, Manganês, Zinco e Selênio nos tecidos fetais em diversos estágios de gestação, e observaram que a concentração de Selênio no fígado fetal aumenta no período de 145 a 195 dias de gestação e diminuiu entre 195 a 245 dias de gestação. Estes autores, também, observaram que, com exceção do Cobre, o Manganês e Zinco estavam presentes em maiores quantidades no citosol da célula hepática. O Cobre no período inicial da gestação encontra-se em maior quantidade no núcleo, e próximo ao nascimento do bezerro, sua concentração

aumenta no citosol da célula. A concentração de Zn no fígado foi negativamente correlacionada com o Manganês nos rins e positivamente correlacionada com o Selênio no fígado. Estes autores concluem que a diminuição do Selênio hepático fetal esta relacionada com a necessidade deste para síntese de glutathiona peroxidase (GSH Px) e outras selenoproteínas que serão utilizadas pelos bezerros na vida extra-uterina, e que ocorrem interações biológicas significativas entre os microminerais no tecido fetal.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos utilizados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Minas Gerais (43/2007 CETEA/UFMG).

3.1. Local de execução do experimento e condições climáticas

O experimento foi realizado em uma propriedade leiteira comercial, no município de Inhaúma, no período de maio a outubro de 2007. A temperatura e a umidade ambiente foram medidas todos os dias, no bezerreiro, às nove e 15 horas, utilizando-se termômetro de bulbo úmido (TBu) e seco (TBs), termômetro de globo negro localizado dentro e fora das casinhas que abrigavam as bezerras (TGNd e TGNf). Também às nove, 15 e às 21 horas, no galpão da maternidade, foram medidas as temperaturas pelo termômetro de máxima e mínima. O índice de temperatura e umidade (THI) foi calculado segundo Kadzere et al. (2002).

3.2. Animais e Tratamento

Foram utilizadas 128 vacas da raça Holandesa de segunda ou mais ordens de lactação, distribuídas em dois grupos experimentais com 65 e 63 animais por grupo. Cada grupo foi alojado até o dia do parto em piquetes de 40 x 30m², com aproximadamente 11 animais cada. A composição da dieta e do mineral oferecidos na maternidade é apresentada

nas tabelas 6, 8 e anexo 2, respectivamente. A água foi fornecida à vontade em tanques com capacidade de 200 litros.

Os grupos experimentais foram assim definidos: grupo MI, em que os animais receberam na dieta mistura mineral e grupo MC, em que os animais receberam na dieta mineral complexado.

Tabela 6. Composição da dieta oferecida na maternidade, quantidades oferecidas dos ingredientes na matéria natural (MN) e matéria seca (MS)

Ingredientes	Qtde por animal (Kg)	MS* (Kg)
Tifton verde	7,00	1,80
Farelo de soja	2,00	1,78
Polpa cítrica	0,30	0,26
Silagem de milho	23,90	7,30
Mistura pré-parto/ Ingredientes	1,00	
Milho moído	0,66	
Fosfato bicálcico	0,09	
Sulfato de magnésio	0,12	
Premix vitamínico	0,05	
ADE***		
Premix mineral MI/ MC	0,02	
Sal comum	0,03	
Óxido de magnésio	0,03	
Total da dieta	34,2	
Nutrientes		%
Matéria seca		34,80
Proteína Bruta		14,65
FDN		47,88
FDA		27,17
Extrato Etéreo		4,90
NDT		64,38
Minerais		6,22
Cálcio (ppm)		0,55
Fósforo (ppm)		0,26
Cobalto (ppm)		0,00
Cobre (ppm)		0,02
Zinco (ppm)		0,02

***Premix ADE: Cobalto 200mg, Cobre 10000mg, Manganês 14000mg, Zinco 43000mg, Se 290mg, Iodo 500mg, Vit A 4000000UI, Vit D3 11000000UI, Vit E 27000 UI, Monensina, 13000mg, Enxofre 500mg, Bht 5000mg, Biotina 870mg.

Todos os animais, ao entrar na maternidade, foram avaliados quanto ao escore corporal (escala de 1-5), por uma só pessoa. Diariamente, os animais foram

avaliados quanto à presença de mastite e patologias no casco. Sendo detectada alguma dessas patologias, os animais

eram tratados de acordo com o manejo adotado na fazenda.

Os partos ocorreram em piquetes de braquiária (*Brachiaria decumbes*), sendo monitorados a cada hora. O tempo limite considerado para acontecimento do parto normal adotado na fazenda foi de uma hora após o rompimento da bolsa fetal ou parto com intervenção após este tempo.

Todas as bezerras, separadas de suas mães imediatamente após o nascimento, tiveram o umbigo curado com iodo à 10%, sendo, em seguida, recolhidas para baia maternidade. Foram realizadas mais duas curas do umbigo, com intervalos de 24 horas.

O colostro, utilizado para colostragem foi estocado anteriormente, e obtido das vacas que receberam mineral complexado ou mistura mineral, por aproximadamente 42 dias pré-parto. A classificação do colostro baseou-se na avaliação da densidade do colostro, realizada por meio da utilização de colostrômetro, sendo classificado em pobre (vermelho), quando a concentração de Igs era menor que 22mg/mL, moderado (amarelo), quando a concentração de Igs estava entre 23 e 50mg/mL e excelente (verde) quando a concentração de Igs era superior a 50mg/mL.

Todas as bezerras receberam quatro litros de colostro classificado como verde no máximo duas horas pós-nascimento. Doze horas após a primeira colostragem todas as bezerras receberam mais quatro litros de colostro classificado como vermelho. A primeira e a segunda colostragem foram realizadas com mamadeira e, em última opção, com sonda oral.

Os grupos de bezerras foram assim definidos:

Grupo VIBS, bezerras filhas de vacas que receberam mistura mineral e não receberam mineral na dieta durante a fase de aleitamento;

Grupo VIBI, bezerras filhas de vacas que receberam mistura mineral e receberam mistura mineral na dieta durante a fase de aleitamento;

Grupo VIBC, bezerras filhas de vacas que receberam mistura mineral e receberam mineral complexado na dieta durante a fase de aleitamento;

Grupo VCBS, bezerras filhas de vacas que receberam mineral complexado e não receberam mineral na dieta durante a fase de aleitamento;

Grupo VCBI, bezerras filhas de vacas que receberam mineral complexado e receberam mistura mineral na dieta durante a fase de aleitamento;

Grupo VCBC, bezerras filhas de vacas que receberam mineral complexado e receberam mineral complexado na dieta durante a fase de aleitamento.

As bezerras foram alojadas individualmente, em casinhas de metal, mantidas sobre cama de areia, permanecendo neste local até completarem 60 dias, quando foram desaleitadas. As casinhas possuíam 1,10m de largura, 1,22m de comprimento, altura de 1,50cm. Foram cobertas com telhas de zinco de 2m de comprimento, 1,10m de largura com beiral anterior de 48cm e posterior de 30cm. As bezerras eram presas por corrente de 3m. As casinhas distanciavam-se umas das outras em 3,5m. As condições de higiene das

mesmas eram avaliadas e, caso fosse necessário, era reposta a cama de areia.

Os comedouros de concentrado e sal foram acoplados na parte anterior da casinha, à 50cm do solo. Os vasilhames de água foram acoplados ao lado da casinha, no chão. Todas as bezerras passaram por inspeção para registro de suas condições físicas de hidratação e cura de umbigo. Foram descornadas aproximadamente com 15 dias de vida. Em torno de 28 dias de vida foram vacinadas contra pasteurelose bovina. As enfermidades das bezerras foram tratadas conforme protocolo utilizado na fazenda (Anexo 1).

A água foi fornecida à vontade em baldes plásticos com capacidade de 20 litros. O consumo voluntário diário (não incluindo a água contida nos alimentos) foi medido calculando-se a diferença entre o fornecido e a sobra, descontando-se a evaporação. Todas as manhãs, o consumo foi medido e os baldes, após serem limpos, foram reabastecidos.

O procedimento para medir a evaporação constituiu em colocar um balde e uma bacia de referência, do mesmo tipo e capacidade dos utilizados pelas bezerras, ao lado de uma casinha vazia, nos mesmos horários oferecidos às bezerras. Ao realizarem as medidas dos vasilhames dispostos nas casinhas, paralelamente, media-se a diferença do volume da água do vasilhame de referência.

O leite foi fornecido em bacias de plástico com capacidade para quatro litros, estando este à temperatura de 37°C. Durante os primeiros 15 dias de vida, as bezerras receberam quatro litros de leite, sendo dois litros às sete horas da manhã e dois litros às 15 horas. Após esse período o fornecimento passou a ser realizado

uma vez ao dia (quatro litros), às sete horas, até o fim do experimento, aos 60 dias. Junto ao leite foi fornecido 8g de terramicina em pó.

O concentrado foi oferecido à vontade a partir de três dias de idade, sendo misturado na própria fazenda, com composição conforme tab.7. O consumo diário foi determinado calculando-se a diferença entre a quantidade fornecida e as sobras.

O sal mineral foi oferecido à vontade a partir do terceiro dia de idade em vasilhas plásticas colocadas ao lado da vasilha de concentrado, formulado na fábrica de uma empresa particular, apresentava a composição mostrada na tab.8. O consumo diário foi determinado calculando-se a diferença entre a quantidade fornecida e as sobras.

3.3. Variáveis Analisadas

3.3.1. Nas vacas

Após o parto foram anotados os dados referentes à ocorrência de retenção de placenta, sendo considerado retenção de placenta a sua presença 12 horas após o parto.

Após anti-sepsia local, com álcool iodado a 2%, amostras de 20 mL de sangue de todas as vacas foram colhidas na veia mamária, em tubos de vacutainer¹ com ativador de coágulo, para retirada de soro. Imediatamente após colheita, a amostra foi centrifugada a 3.000 rpm por 10 a 15 minutos.

¹ BD

Tabela 7. Composição química do concentrado oferecido às bezerras em percentagem da matéria da matéria seca (MS)

	MS (%)
Nutrientes	
Matéria seca	88,73
Proteína Bruta	22,15
FDN	24,75
NDT	84,94
Extrato Etéreo	3,39
Minerais	6,29
Cálcio	1,01
Fósforo	0,36
Zinco	0,02
Cobre	0
Cobalto	0,002

**Suplemento vitamínico: BHT 5000mg, Vit A 10000000 UI, Vit D₃ 2000000 UI, Vit E 48000mg.

Tabela 8. Composição dos minerais (g/kg) oferecidos às vacas (mistura mineral-MI) e mineral complexado- MC) e as bezerras (mistura mineral- BMI) e bezerras mineral complexado-BMC)

Elementos	MI	MC	BMI	BMC
Fósforo total (%)	118,86	119,59	87,65	89,82
Cálcio (%)	165,37	158,97	118,27	115,22
NaCL (%)	---	---	287	304
Magnésio	6,08	6,07	21,00	20,08
Ferro (ppm)	11,98	11,13	7,34	4,23
Manganês (ppm)	4,86	4,86 ¹	4,73	4,11 ¹
Zinco (ppm)	6,73	6,60 ²	4,10	3,98 ²
Cobre (ppm)	2,43	2,37 ³	1,05	1,00 ³
Cobalto (ppm)	0,056	0,050 ⁴	0,031	0,043 ⁵
Enxofre total (%)	50,70	61,79 ⁵	19,71	4,18 ⁶

¹ Manganês como carboquelato, ² Zinco como carboquelato, ³ Cobre como carboquelato, ⁴ Cobalto como carboquelato,

⁵Enxofre como carboquelato

Cada amostra de soro obtida foi dividida em seis alíquotas, identificadas pelo número da vaca e congeladas em tubos Eppendorfs de 1,5 ml. As colheitas ocorreram aproximadamente 42 dias antes do parto e semanalmente até o dia do parto para obtenção de IgG, e 28 dias antes do parto e semanalmente até o dia do parto para avaliar a concentração de Cu, Zn, Co.

Amostras de 10mL de colostro foram colhidas, na primeira hora após o parto, e congeladas em freezer (-20°C) para posterior análise de IgG por imunodifusão radial.

3.3.2 Nas bezerras

Após anti-sepsia local, com álcool iodado a 2%, amostras de 20 ml de sangue de todas as bezerras foram colhidas na veia jugular em tubos de vacutainer² com ativador de coágulo, para retirada de soro. Imediatamente após colheita, a amostra foi centrifugada a 3.000 rpm por 10 a 15 minutos. Cada amostra de soro obtida foi dividida em seis alíquotas, identificadas pelo número da bezerra e congeladas em tubos Eppendorfs de 1,5 ml. As amostras foram colhidas antes que as mesmas recebessem colostro, aproximadamente às 72 horas após o nascimento, aos 30 e 60 dias de idade. Essas amostras foram utilizadas para obtenção da proteína total, concentração de Cu, Zn e Co e IgG.

As pesagens dos animais foram realizadas quando da chegada no bezerreiro e, a cada sete dias. Utilizou-se uma balança de capacidade de 150 Kg.

Amostras do concentrado fornecido e das sobras foram colhidas todos os dias formando “um pool” à cada 30 dias. As amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas e congeladas (-20 °C) até a realização das análises.

3.5. Análises laboratoriais

A concentração de proteínas totais no soro foi realizada pela técnica do biureto, utilizando reagentes e metodologia indicada pelo kit comercial³. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro⁴. As análises foram tomadas em duplicata e as médias dos resultados obtidas foram admitidas como resultado final, em g/dL.

² BD

³ Labtest

⁴ Mod.211-Celm

A concentração de IgG no colostro e soro das vacas e bezerras foi realizada segundo Mancini et al (1965) e Fleenor e Stott (1981).

As análises de minerais no soro das vacas e bezerras foram realizadas na Escola de Engenharia da UFMG, no Departamento de Química. As análises para determinação dos minerais Cu e Zn foram realizadas segundo a metodologia da Perkin-Elmer (1999). Para determinação de Co foi utilizado o mesmo procedimento de Cu (mesma técnica e parâmetros).

Nas amostras pré-secas dos alimentos, determinou-se a matéria seca em estufa a 105°C (AOAC,1980), proteína bruta (método de Kjeldhal, segundo o AOAC (1980), os componentes da parede celular pelo método seqüencial de Van Soest et al. (1991), cálcio e fósforo segundo AOAC (1980). As análises foram realizadas no laboratório de nutrição da Escola de Veterinária da UFMG.

Os minerais nas amostras de sal (complexado e iônico) foram determinados no laboratório Silicon em São Paulo.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

4.1. Vacas

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em arranjo em parcelas subdivididas com o tipo de mineral na parcela e tempo na subparcela. Para testar as diferenças entre as médias de IgG no soro sanguíneo das vacas o teste estatístico utilizado foi o de Duncan a 5% de probabilidade. Para testar as diferenças entre as médias do mineral no soro sanguíneo teste estatístico utilizado foi o de Fisher a 5% de

probabilidade, respectivamente. Os dados referentes à retenção de placenta e qualidade de colostro foram analisados pelo teste do Qui-quadrado a 5% de probabilidade.

4.2. Bezerras

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com oito repetições por tratamento (bezerras) em arranjo em parcelas subdivididas. A parcela foi composta por seis grupos combinados em arranjo fatorial 2 x 3, sendo os tratamentos dois tipos de sal fornecidos às vacas (mistura mineral ou complexado) e três combinações no bezerreiro (ausência de sal, sal complexado e mistura mineral). A subparcela foi composta pelos tempos de avaliação. Para testar as diferenças entre as médias do consumo de concentrado, água e IgG no soro das bezerras e proteína total o teste estatístico utilizado foi o de Duncan a 5% de probabilidade. Para testar as diferenças entre as médias do mineral no soro sanguíneo das bezerras o teste estatístico utilizado foi o de Fisher a 5% de probabilidade, respectivamente. O ganho de peso das bezerras foi analisado utilizando a equação de regressão.

As análises foram realizadas utilizando-se os procedimentos do Software SISTEMA DE ANÁLISES ESTATÍSTICAS Versão 8.0. Viçosa, MG: UFV, 2000.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Temperatura ambiente

Na tab.9 são apresentados os valores médios mensais de temperatura ambiente

e temperatura de globo negro. A média mensal do índice de temperatura e umidade (THI) esteve às 9 horas dentro da faixa considerada de conforto para animais adultos (≤ 70), entretanto às 15 horas do mês de maio e julho esteve na faixa considerada de estresse moderado (75-78), onde os animais começam a apresentar queda no consumo de alimentos e na produção de leite (Armstrong, 1994; Kadzere et al., 2002).

A TGN dentro casinha esteve na maior parte das vezes muito próxima da TGN fora da casinha, indicando que os abrigos utilizados não reduziram de forma adequada os efeitos térmicos locais.

5.2. Vacas

Na tabela 10 observamos a concentração de Zn e Cu ($\mu\text{g/mL}$) no soro de animais que receberam mistura mineral e complexos de minerais na dieta nas semanas anteriores ao parto

A concentração de Zn no soro das vacas não foi diferente entre os grupos, tempos e não houve interação grupo tempo ($P > 0,05$). Segundo Kincaid (1999) a concentração de Zn diminui no soro cinco semanas antes do parto.

Neste experimento, os minerais complexos foram oferecidos aos animais em média seis semanas antes do parto, portanto, o tempo de suplementação pode ter sido insuficiente para provocar alguma alteração nos depósitos corporais que alterassem a concentração no soro.

Tabela 9. Temperatura no local do experimento

Mês	Hora	T.max °C	T.min °C	T.média	TBNc °C	TBN °C	TBs °C	TBu °C	THI
Maio	09:00	28,9	15,0	22,0	26,6	26,0	23,1	19,1	71,0
Junho		28,5	12,0	20,2	29,0	31,0	23,2	17,0	69,5
Julho		29,9	11,6	20,8	25,8	26,7	20,6	18,4	68,7
Agosto		29,3	10,8	20,1	26,0	27,8	23,1	19,0	70,9
Setembro		28,7	13,6	21,2	27,0	27,0	22,4	17,6	69,4
Outubro		28,0	13,1	20,6	26,0	27,9	22,8	16,0	68,5
Média		30,5	12,7	21,6	26,7	27,7	22,5	17,9	69,7
Maio	15:00	29,0	19,4	24,2	31,0	31,8	28,5	21,8	76,8
Junho		28,1	16,1	22,1	30,0	31,2	27,4	19,4	74,3
Julho		29,1	18,1	23,6	27,0	27,8	29,6	18,7	75,4
Agosto		28,6	24,1	26,4	28,0	29,5	29,3	17,4	74,2
Setembro		29,8	19,9	24,9	28,3	29,0	27,8	17,2	73,0
Outubro		29,6	19,0	24,3	28,4	27,4	26,3	18,9	73,1
Média		29,0	19,4	24,2	28,9	29,4	28,1	18,9	74,5
Maio	21:00	26,2	15,4	20,8	-	-	-	-	-
Junho		25,5	14,5	20,0	-	-	-	-	-
Julho		21,0	13,4	17,2	-	-	-	-	-
Agosto		24,0	15,7	19,9	-	-	-	-	-
Setembro		26,0	14,7	20,4	-	-	-	-	-
Outubro		26,0	14,6	20,3	-	-	-	-	-
Média		24,8	14,7	19,8	-	-	-	-	-

T.max: temperatura máxima; T.min: temperatura mínima, T. média: Temperatura média; TBNc: temperatura do bulbo negro dentro da casinha; TBN: temperatura do bulbo negro fora da casinha; TBs: temperatura do bulbo seco; TBu: temperatura do bulbo seco; THI: índice de temperatura e umidade

A concentração de Cobre no soro das vacas também não foi diferente entre grupos, tempos e não houve interação grupo tempo ($P>0,05$). Mas apresentam aumento no grupo mineral complexo com nível de significância de $P<0,07$.

Kincaid (2007) relata em avaliação de mineral complexo e mistura de mineral, utilizando espectrofotometria de absorção atômica, valores no soro $1,39 \mu\text{g/mL}$, $0,68 \mu\text{g/mL}$ aos 55 dias antes do parto, e $1,20 \mu\text{g/mL}$ e $0,55 \mu\text{g/mL}$ aos 20 dias antes do parto de Zn, Cu respectivamente.

Os dados encontrados neste experimento estão próximos desses valores.

A concentração de IgG sérica não foi diferente entre os animais que receberam

mistura de minerais ou complexo de minerais e não ocorreu interação grupo semana avaliada ($P>0,05$), sendo as concentrações de IgG diferentes apenas entre as semanas avaliadas ($P<0,05$). Dessa forma a concentração sérica média de IgG dos dois grupos nas semanas que antecedem o parto é apresentada na tabela 11 e figura 1. A concentração média de IgG no soro apresenta redução à medida que se aproxima do parto, sendo esta redução mais pronunciada nas duas semanas anteriores ao parto. Este comportamento também foi descrito por Brandon et al. (1971) que observaram 50% de redução, duas a três semanas

Tabela 10. Concentração média e desvio padrão de Zn e Cu ($\mu\text{g/mL}$) no soro de animais que receberam mistura de minerais ou complexo de minerais nas semanas anteriores ao parto

Dias	Mistura	Mineral
	Mineral (MI)	Complexado (MC)
	Zn ($\mu\text{g/mL}$)	
-28	0,88 \pm 0,34	0,92 \pm 0,28
-21	0,89 \pm 0,33	0,96 \pm 0,31
-14	1,05 \pm 0,35	0,89 \pm 0,28
-7	0,90 \pm 0,13	0,93 \pm 0,31
Parto	0,89 \pm 0,31	1,03 \pm 0,55
Média	0,93 \pm 0,32	0,95 \pm 0,36
	Cu ($\mu\text{g/mL}$)	
-28	0,61 \pm 0,15 B	0,66 \pm 0,15 A
-21	0,61 \pm 0,10 B	0,65 \pm 0,16 A
-14	0,61 \pm 0,14 B	0,66 \pm 0,19 A
-7	0,53 \pm 0,42 B	0,73 \pm 0,16 A
Parto	0,61 \pm 0,15 B	0,62 \pm 0,11 A
Média	0,60 \pm 0,14 B	0,65 \pm 0,15 A

Médias seguidas de letras distintas, nas linhas, diferem pelo teste Fisher ($P < 0,07$). Zinco CV: 25,77; Cobre CV 24,28.

antes do parto e por Guy et al. (1994) que relatam quedas maiores na concentração de IgG no soro 13 dias antes do parto, chegando ao mínimo entre seis dias e o dia do parto. A queda na concentração de IgG no soro próximo ao parto ocorre devido ao transporte das imunoglobulinas para a glândula mamária para a formação do colostro. Segundo Brandon et al. (1971), os valores da IgG retornam aos níveis normais quatro semanas após o parto.

A concentração sérica média de IgG de 23,25 mg/mL é próxima da relatada por Gapper et al. (2007) de 25 mg/mL.

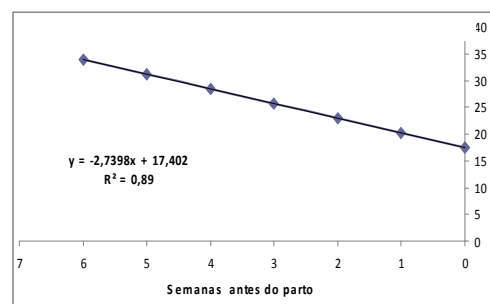


Figura1. Concentração sérica de IgG nas semanas anteriores ao parto.

Tabela 11. Média e desvio padrão da concentração sérica de IgG (mg/mL) nas semanas anteriores ao parto

Semanas	IgG mg/mL
6	28,75 \pm 7,10 A
5	27,76 \pm 9,11 A
4	27,66 \pm 9,81 A
3	27,83 \pm 10,17 A
2	22,91 \pm 8,37 A
1	18,49 \pm 6,84 B
Parto	17,18 \pm 6,57 B

Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste Ducan ($P < 0,05$); CV:9,61

Todos os partos ocorreram de forma normal, sendo o animal no máximo auxiliado com leve tração das mãos dos bezerros, que já estavam posicionadas externamente. A ocorrência de retenção de placenta, metrite e a qualidade do colostro avaliada pelo colostrômetro e pela técnica de imunodifusão radiol não foram diferentes entre os animais que receberam mistura de minerais ou complexo de minerais ($P > 0,05$) (Tab.12).

Vários fatores têm sido apontados como causas de retenção de placenta, entre eles deficiências de macro e micro minerais e alterações na resposta imune. Os animais receberem a mistura com minerais complexados, aproximadamente, nas seis semanas anteriores ao parto e talvez esse tempo tenha sido insuficiente para mudar

o perfil de minerais e provocar alterações imunes capazes de gerar redução mais acentuada na ocorrência de retenção de

placenta, metrite e na melhora da qualidade do colostro.

Tabela 12. Ocorrência de retenção de placenta e metrite e avaliação da qualidade de colostro, de vacas da raça Holandesa que receberam no período pré-parto, mistura mineral ou complexo de minerais

Grupo	Concentração de Igs (mg/dl) ² Colostrômetro ¹			Concentração de IgG (mg/mL) ¹ Imunoradiodifusão	Retenção de placenta ²	Metrite ²
	>50mg/d	>20<50mg/d	<20mg/dl			
Mistura mineral	14 (50%)	3 (10,7%)	11 (39,3%)	72,58±24,15	14 (20,3)	28 (40,6)
Mineral complexado	18 (66,7)	4 (14,8)	5 (18,5)	86,78±24,49	8 (12,1)	21 (31,8)

¹ Teste Ducan (P>0,05); concentração de IgG CV: 30,7
() frequência relativa; ² Teste de qui-quadrado (P>0,05)

A concentração média de IgG encontrada no colostro foi de $78,9 \pm 24,95$ mg/mL. Segundo Davis e Drackley (1998), para se obter concentração de IgG no soro das bezerras em torno de 10mg/ mL são necessários o consumo de 104g de IgG. Ou seja, seria necessário o consumo de 1,316 L do colostro fornecido. Isso considerando-se uma bezerra de 40kg, cujo volume plasmático é de 2,6L e a eficiência de absorção em torno de 25% e desconsiderando a taxa de desaparecimento de IgG (clerance), pois o metabolismo da IgG é muito lento. Para obtenção de concentração de 15mg/mL de IgG no soro das bezerras seriam necessários 156g de IgG e 1,975 L de colostro. No entanto, ao observamos a concentração de IgG, após o consumo de 4L de colostro, no soro das bezerras (Tab.13), percebemos que a eficiência de absorção da IgG foi em torno de 12,15%. Portanto, com essa eficiência de absorção e concentração de IgG no colostro de 78,9 mg/L seria necessário o consumo de 325g de IgG, ou seja, 4,120L de colostro, para

garantir 15mg/mL de IgG no soro. Essa quantidade está bem próxima da utilizada no experimento. O coeficiente de variação dessa variável é alto, e pode influenciar o volume de colostro que deverá ser fornecido a bezerra para que se alcance os 15mg/ mL de IgG no soro.

Segundo Davis e Drackley (1998) a eficiência de absorção das imunoglobulinas na primeira hora após o nascimento é em torno de 25%, o dobro da observada neste experimento. Muitos fatores podem determinar a eficiência de absorção, o processo de nascimento (parto difícil), estresse pelo frio, qualidade sanitária do colostro (presença de bactérias) e forma de administração do colostro.

5.3. Bezerras

Os valores de proteína total e IgG no soro das bezerras são apresentados na tab.13. Não foram observadas diferenças (P>0,05) na concentração de proteína total e IgG entre os grupos experimentais.

No entanto, foi observada diferença entre os dias avaliados ($P < 0,05$).

Todos os grupos apresentaram baixos valores de proteína total antes da ingestão

do colostro. Esses valores encontrados antes da ingestão do colostro refletem de acordo com Borges et al. (2001), o predomínio da fração albumina sobre a fração globulina, também em baixa concentração no soro.

13. Valores médios da concentração de proteína total (g/dl) e IgG (mg/ml) sérica de bezerras dos diferentes grupos experimentais

GRUPOS		TEMPO			
		Antes mamar colostro	3 dias	30 dias	60 dias
Vacas	Bezerros	Proteína total (g/dl)			
	Mistura mineral	1,77 ± 2,26 C	7,70 ± 3,48 A	4,15 ± 1,87 B	3,85 ± 1,87 B
Mistura	Complexado	1,77 ± 3,16 C	9,37 ± 2,05 A	4,00 ± 1,35 B	2,47 ± 1,88 A
Mineral	Sem mineral	0,98 ± 0,56 B	8,00 ± 2,99 A	4,05 ± 1,61 A	5,68 ± 1,67 A
	Mistura mineral	0,93 ± 1,36 B	5,16 ± 1,47 A	3,78 ± 1,31 A	4,38 ± 1,73 A
Mineral	Complexado	1,13 ± 1,24 D	7,80 ± 3,10 A	2,77 ± 0,61 B	5,62 ± 2,09 C
Complexado	Sem Mineral	1,70 ± 2,31 B	6,82 ± 3,30 A	3,30 ± 1,53 A	4,92 ± 1,80 A
		IgG (mg/ml)			
	Mistura mineral	0,37 ± 0,80	16,86 ± 5,03	5,94 ± 1,30	6,45 ± 2,80
Mistura	Complexado	0,19 ± 0,50	22,79 ± 7,17	9,57 ± 3,88	8,71 ± 1,55
Mineral	Sem Mineral	0,0	12,96 ± 7,18	8,77 ± 4,41	10,71 ± 8,31
	Mistura mineral	0,0	21,72 ± 8,61	8,91 ± 4,44	6,31 ± 3,59
Mineral	Complexado	0,0	15,98 ± 8,29	12,75 ± 6,22	10,85 ± 7,63
Complexado	Sem Mineral	0,0	21,46 ± 3,33	12,66 ± 2,79	10,96 ± 5,05
		Médias	18,63 ± 7,23 A	9,76 ± 4,46 B	9,00 ± 5,33 B

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste Duncan ($P < 0,05$). Proteína total CV 49,60; IgG CV 22,26

Os valores de proteína total aumentam significativamente após a ingestão do colostro aos três dias de idade ($P > 0,05$). Rajala e Castren, 1995, também, relatam este comportamento.

Logan et al. (1973) encontraram redução na concentração de proteínas totais e IgG aos 30 dias de vida. Para esses autores esta redução é causada pela de degradação das imunoglobulinas passivamente transferidas pela ingestão de colostro nos primeiros 30 dias.

Os valores de proteína total e IgG encontrados 3 dias após a ingestão do colostro mostram que todas as bezerras foram bem colostradas, já que apresentaram valores de proteína total superiores a 5,0g/dl e de IgG superiores a 10mg/ml. Segundo Davis e Drackley (1998) a falha na transferência de imunidade passiva ocorre quando a concentração de IgG é menor de 10mg/ml às 48 horas de idade o que não ocorreu com os animais desse experimento.

Na tab. 14 são apresentadas às médias de consumo de concentrado dos diferentes

grupos experimentais. Foi observada

Tabela 14. Consumo de concentrado na MS (g/dia) de bezerras que receberam ou não durante o período de aleitamento mistura de minerais ou complexo de minerais

Grupos		Consumo de Concentrado (MS)								
		Dias								
Vacas	Bezerros	7	14	21	28	35	42	49	56	60
Mistura Mineral	Mistura mineral	94,6	40,0	152,7	430,9 ^{Aa}	615,2 ^{Aa}	850,1 ^{Aa}	1.051,3 ^{A a}	1.178,2 ^{Aa}	1.379,4 ^{Aa}
	Complexa do	121,6	132,1 ^{Aa}	231,4	432,1	760,9	834,6	957,0	1.122,4 ^{Aa}	1.320,7 ^{Ba}
	Sem sal	66,1	112,0	280,4	617,9 ^{Aa}	898,0 ^{Aa}	1247,5 ^{Aa}	1.221,5 ^{Aa}	1.423,5 ^{Aa}	1.888,9 ^{A a}
Complexo de minerais	Mistura mineral	130,5	78,4	263,6 ^{Aa}	577,2 ^{A a}	807,7 ^{A a}	823,4 ^{Aa}	965,6 ^{Aa}	1.103,9 ^{Aa}	1.254,0 ^{Aa}
	Complexa do	81,6	108,4 ^{A a}	263,0	491,5	756,0	1.034,5 ^{Aa}	1.127,9 ^{Aa}	1.109,0 ^{Aa}	1.215,3 ^{Aa}
	Sem sal	75,7	69,8	112,7	297,1 ^B	523,1 ^B	695,5	885,9	1.131,6	1.273,9

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Duncan (P<0,05); CV: 23,6 consumo de concentrado. Letras ,maiúsculas contrastes entre bezerras fixando a mãe e o dia da observação; letras minúsculas indicam contrastes entre as mães fixando as bezerras e o dia da avaliação.

interação entre grupo e dia avaliado (P<0,05) para consumo de concentrado. Como era esperado todos os grupos apresentaram consumo crescente ao longo do experimento. Aos 28 dias de idade o consumo de concentrado em todos os grupos praticamente dobra (Fig. 2,3,4,5,6,7 e tab. 14) o que pode ser indicativo de que nesta fase a ingestão de quatro litros de leite já não é capaz de fechar as exigências nutricionais do animal.

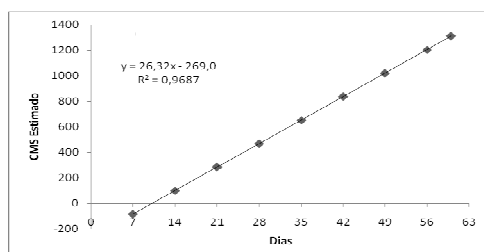


Figura 2. Consumo de concentrado (MS) pelas bezerras filhas de vacas que receberam mistura mineral e que receberam mistura mineral na dieta.

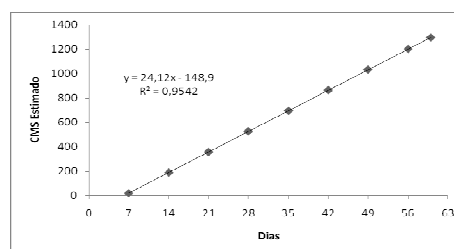


Figura 3. Consumo de concentrado (MS) pelas bezerras filhas de vacas que receberam mistura mineral e que receberam complexos de minerais na dieta.

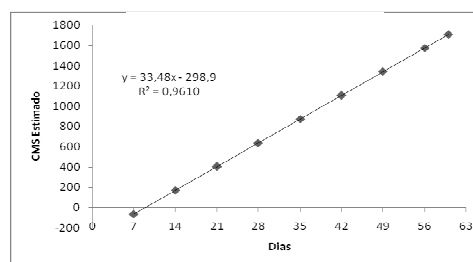


Figura 4. Consumo de concentrado (MS) pelas bezerras filhas de vacas que receberam mistura mineral e que não receberam de minerais na dieta.

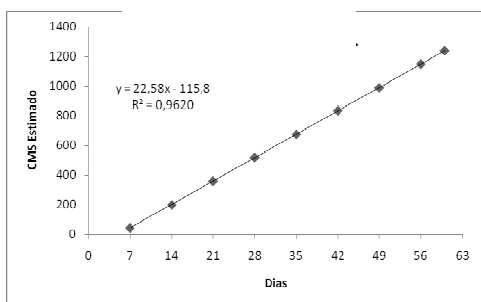


Figura 5. Consumo de concentrado (MS) pelas bezerras filhas de vacas que receberam complexo de mineral e que receberam mistura de minerais na dieta.

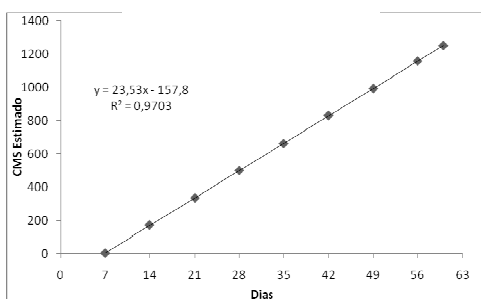


Figura 6. Consumo de concentrado (MS) pelas bezerras filhas de vacas que receberam complexo de mineral e que receberam complexo de mineral na dieta.

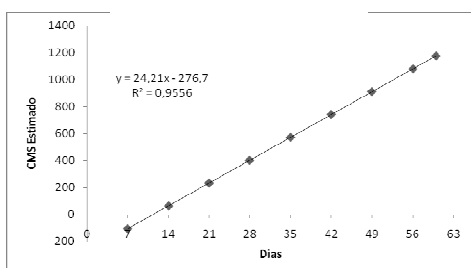


Figura 7. Consumo de concentrado (MS) pelas bezerras filhas de vacas que receberam complexo mineral e que receberam complexo de mineral na dieta.

Na tab. 15 e fig.8 e 9 são apresentadas às médias de consumo de água dos diferentes grupos experimentais. O consumo de água aumentou nos dois grupos a medida que animais ficavam mais velhos, com os maiores consumos sendo observados ao final do experimento. Aos 14, 21, 28, 35, e 42 dias

o consumo de água foi maior no grupo de bezerras que as mães receberam mistura mineral.

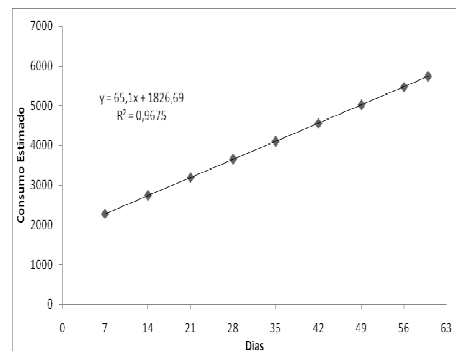


Figura 8. Consumo de água pelas bezerras filhas de vacas que receberam na dieta mistura mineral

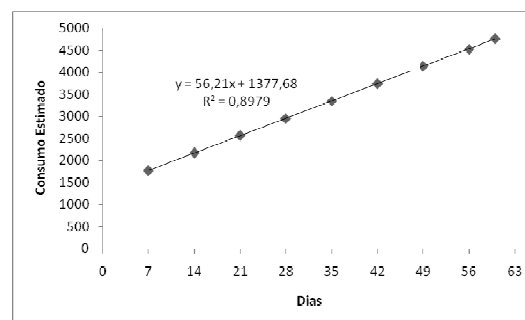


Figura 9. Consumo de água pelas bezerras filhas de vacas que receberam na dieta mistura mineral

Na tab. 16 observa-se o consumo de minerais. O consumo de mineral foi diferente entre os grupos avaliados ($P < 0,05$), não sofrendo influencia da mistura mineral ou do sal complexado fornecido a mãe e do tempo. O grupo que recebeu mistura mineral apresentou maior consumo de minerais que os grupos que receberam minerais complexados. Fato que sugere que as bezerras ingeriram maior quantidade de mistura mineral para suprir suas necessidades, o que pode

Tabela 15. Consumo de água (l/dia) de bezerras que receberam ou não durante o período de aleitamento mistura de minerais ou complexo de minerais

Grupos		Dias								
		7	14	21	28	35	42	49	56	60
Vacas	Bezerros	Consumo de água (L)								
Iônico	Iônico	1.919,9	2.241,0	3.496,4	3.770,4	3.361,8	4.045,7	4.961,2	5.680,0	5.437,5
	Complexado	2.340,0	2.672,5	2.610,7	2.173,8	2.046,6	3.257,1	3.848,8	4.844,0	4.250,0
	Sem sal	2.253,5	3.427,9	4.293,9	4.177,2	4.590,7	4.779,7	5.273,6	5.406,8	5.662,5
	Média	2.171,13Ea	2.780,47Da	3.467,00CDa	3.373,80CDa	3.333,03BCa	4.027,00BCa	4.694,53Aba	5.310,27 Aa	5.116,67 Aa
Complexado	Iônico	3.109,0	2.141,0	2.141,0	3.496,7	2.496,7	3.562,5	4.407,1	4.576,7	5.302,0
	Complexado	1.562,8	3.051,0	3.005,0	3.205,3	4.163,9	4.373,5	4.309,5	5.279,7	6.421,8
	Sem sal	1.478,1	2.341,6	1.772,3	3.107,1	3.326,7	3.636,6	4.604,1	5.093,1	5.197,9
	Média	2.049,0Da	2.511,2Db	2.306,1Db	3.269,7CDb	3.329,1CDb	3.857,5BCb	4.440,2ABa	4.983,2 Aa	5.640,6 Aa

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na linha e minúsculas coluna diferem entre si pelo teste Duncan (P<0,05); CV: 24,96 consumo de água

indicar que o mineral complexado foi mais absorvido que a mistura mineral, já que o consumo foi menor neste grupo. Segundo Spears et al. (2004) a absorção do mineral complexado é maior. Leeson e Summers (2001) relatam que o mineral complexado é mais estável em baixo pH que a mistura mineral. Após os 28 dias de idade, o consumo de concentrado aumenta acentuadamente em todos os grupos, aumentando a fermentação dos carboidratos, a produção de ácidos graxos voláteis que pode levar a queda nos valores pH favorecendo desta forma absorção dos minerais complexados.

Não foram observadas diferenças de peso nos dias avaliados (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 60) entre os diferentes grupos ($P > 0,05$). Sendo obtida para Tabela 16. Consumo de minerais na MS (g/dia) de bezerras nos diferentes grupos experimentais

	Consumo da mistura mineral g/dia									
	Dias									
Bezerros	7	14	21	28	35	42	49	56	60	Média
Iônico	5,10	4,25	4,80	6,35	7,00	5,90	8,80	10,70	10,80	7,05 A
Complexado	3,15	3,00	4,15	4,60	5,15	5,95	7,25	8,25	7,75	5,50 B

Médias seguidas de letras distintas na linha ou coluna diferem entre si pelo teste de Duncan ($P < 0,05$); CV:23,68

entanto, apresentam tendência de diferenças nas diferentes idades avaliadas ($P < 0,06$). Todos os grupos apresentaram valores semelhantes de cobre no soro sanguíneo antes de mamar colostro ($P < 0,06$). Esse resultado somado ao consumo de sal semelhante nos grupos grupo VIBC e VCBC pode indicar que não houve diferença na passagem de minerais pela placenta, nos animais que receberam mineral iônico ou complexado nas semanas que antecedem o parto.

todos os grupos uma mesma equação de regressão. Houve aumento de peso linear em taxa diária de **xxxx** conforme se observa na fig. 10. Batista (2005) trabalhando com bezerras Holandesas de 0 a 60 dias de vida, encontrou um ganho médio de peso diário de 0,581 kg/dia, dados próximos ao encontrados neste experimento.

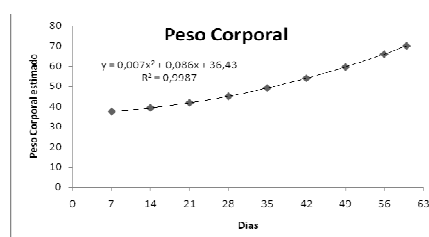


Figura 10. Equação de regressão dos pesos das bezerras que foram suplementadas ou não com mistura mineral ou sal complexados.

Já às 72 horas pós-nascimentos, houve aumento da concentração de Cu, demonstrando a importância do colostro na manutenção dos estoques de Cu para suprir demandas fisiológicas.

Na tab. 16 estão apresentadas as concentrações de Cobre e Zn no soro das bezerras.

As concentrações séricas de Cobre não foram diferentes entre os diferentes grupos e não ocorreu interação entre grupo e tempos avaliados ($P > 0,05$). No

Tabela 17. Concentração sérica de Cobre (mg/ml) e Zinco (mg/ml) em bezerras que receberam ou mistura de minerais ou minerais complexados

GRUPOS		TEMPO				
		Antes mamar colostro	3 dias	30 dias	60 dias	
Vacas	Bezerros	Cobre (mg/mL)				
Mistura mineral	Mistura mineral	0,32 ± 0,14Ba	0,51 ± 0,05Aa	0,47 ± 0,05 Aa	0,58 ± 0,22 Aa	
	Complexado	0,72 ± 0,20 Aa	0,57 ± 0,32 Aab	0,57±0,13 A ab	0,40 ±0,13 A b	
	Sem sal	0,30 ±0,19 Bb	0,53 ±0,17 A ab	0,53±0,07Aab	0,71±0,35 Aa	
Complexado	Mistura mineral	0,47 ±0,12 Aa	0,63 ±0,21Aa	0,50±0,16 Aa	0,43±0,15Aa	
	Complexado	0,35±0,11Aa	0,62±0,24Aa	0,55±0,19Aa	0,63±0,40Aa	
	Sem Sal	0,58±0,22Aa	0,53±0,09Aa	0,80±0,53Aa	0,51±0,20Aa	

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na coluna diferem pelo teste de Fischer ($P < 0,05$), contrastes apenas para bezerros de um mesmo grupo de mãe (ou iônico ou complexo), médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas diferem pelo teste de Fischer ($P < 0,05$), contrastes entre grupos de bezerros que receberam uma mesma mistura mineral. Cobre CV: 41,52.

Não houve diferença ($P > 0,05$) na concentração de Zn no soro das bezerras nos diferentes grupos e tempos avaliados (tab.16), o que pode indicar que a transferência deste mineral pela placenta, já que a concentração não foi alterada após a ingestão do colostro. Segundo Abderrahman e Kincaid (1995) a concentração de zinco no leite é muito baixa (3 a 5 μ /ml), o que mostra a importância da reserva corporal para prevenir possíveis deficiências. Segundo Kincaid, (2007) a concentração de Zn em bezerros na décima segunda semana de vida é 1,05-1,28 mg/ml, valores bem próximos encontrados neste experimento aos 60 dias de idade.

Em todas as amostras analisadas, tanto das vacas quanto das bezerras, a concentração de Cobalto apresentou valores abaixo de 0,20 μ c/ml, limite mínimo que a técnica utilizada é capaz de detectar, impossibilitando a obtenção de dados confiáveis da concentração desse mineral no soro.

6. CONCLUSÕES

A utilização de complexos de minerais para vacas no pré-parto, por um período Não houve diferença ($P > 0,05$) na concentração de Zn no soro das bezerras nos diferentes grupos e tempos avaliados (tab.16), o que pode indicar que a transferência deste mineral pela placenta, já que a concentração não foi alterada após a ingestão do colostro. Segundo Abderrahman e Kincaid (1995) a concentração de zinco no leite é muito

baixa (3 a 5 μ /ml), o que mostra a importância da reserva corporal para prevenir possíveis deficiências. Segundo Kincaid, (2007) a concentração de Zn em bezerras na décima segunda semana de vida é 1,05-1,28 mg/ml , valores bem próximos encontrados neste experimento aos 60 dias de idade.

Em todas as amostras analisadas, tanto das vacas quanto das bezerras, a concentração de Cobalto apresentou valores abaixo de 0,20 μ c/ml, limite mínimo que a técnica utilizada é capaz de detectar, impossibilitando a obtenção de dados confiáveis da concentração desse mineral no soro.

6. CONCLUSÕES

A utilização de complexos de minerais para vacas no pré-parto, por um período de aproximadamente 42 dias antes do parto, não alterou a qualidade do colostro e a incidência de retenção de placenta e metrite, como também a concentração de Cu e Zn no sangue.

A utilização de minerais complexados e minerais iônico para bezerras em aleitamento não alterou as taxas de consumo e ganho de peso.

Mais estudos são necessários para completo entendimento do transporte de

minerais pela placenta e no colostro, como também, o período de fornecimento e os mecanismos de ação dos minerais complexados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABDELRAHMAN, M.M., KINCAID R.L. Effect of selenium supplement of cow on maternal transfer of selenium to fetal and newborn calves. *Journal of Dairy Science*, v.78, p.625-630, 1995.

AKAR, Y. Concentrations of some Minerals in Cow with Retained placenta and abortion. *Turk j.Vet Anim Sci.*, v.29, p.1157-1162, 2005.

AMMERMAN, C.B., HENRY, P.R. Biodisponibilidade de fontes suplementares de minerais para ruminantes em pastejo. In: I. Encontro anual sobre nutrição de ruminantes da UFRGS. UFRGS, p.61-80, *Anais ...*, Porto Alegre, 1999.

ARMSTRONG, D.; BROWNE. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*, v.77, p.2044-2050, 1994.

ASHMEAD, H. D. Comparative intestinal absorption and subsequent metabolism of metal amino acid chelates and inorganic metals salts. In: ASHMEAD, H. D. (Ed.). *The roles of amino acid chelates in animal nutrition*. New Jersey: Noyes, 1993. p. 47-51.

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIAL (AAFCO). Official Publication. Atlanta, 1980.

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIAL (AAFCO). Official Publication. Atlanta, 1997.

BARUSELLI, M.S. Minerais orgânicos: o que são, como funcionam e vantagens do seu uso em ruminantes. *II simpósio Internacional de Patologia Clínica Veterinária. II simpósio de Buiatria*. FMVZ- UNESP, Botucatu, SP, 2000.

BEHNE, D.; KYRIAKOPOULOS, A. Mammalian selenium-containing proteins. *Ann. Rev.Nutr.* v.21, p.453-473, 2001.

Bell, A.W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Dairy Science*, v.1, n.2.,p.2804-2810, 1995.

BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V; OLIVEIRA, S.G. Minerais. In:Nutrição de ruminates. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.

Bertics, S.J., Grummer, R.R., Cadorniga-Valino, C.; E.E. Stoddard. Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration in early lactation. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.1914-1920, 1992.

BLAKELY, B.R., HAMILTON, D.L. Ceruloplasmin as an indicador of copper status in cattle and sheep. *Canadian.Journal.Comparative. Medicine*, v.49, p.405-408, 1998.

BOLAND, M.P. Trace Minerals in Production and Reproduction in Dairy Cows. *Advances in Dairy Tecnology*, v.15, p319-330, 2003.

BORGES, A. S. *Avaliação da eficácia da administração de plasma, por via*

intravenosa, como tratamento da falência de transferência de imunidade passiva em bezerras da raça Holandesa. 84 f. Dissertação (Mestrado em Clínica Veterinária)- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de São Paulo, São Paulo, 2001.

BORGES, FMO. Avaliação da eficiência de vários minerais quelatos no aleitamento de ruminantes- Bovinos de corte e leite. Belo horizonte: escola de veterinária da UFMG, 1994. (Anteprojeto para seleção de doutorado-documento pessoal).

BRANDON, M.R.; WATSON, D.L.; LASCELLES, A.K. The macanism of tranfer of imunoglobulin into mamary secretions of cow. *Ausralian Journal Experimental Biology Medical science*, v.49, p.613-620, 1971.

CHRISP, J. S.; SYKES, A. R.; GRACE, N. D. Kinetic aspects of calcium metabolism in lactating sheep offered herbages with different Ca concentrations and the effect of protein supplementation. *British Journal of Nutrition*, v. 61, n. 1, p. 45-58, 1989.

CHURCH, D.C. El rumiante fisiología digestiva y nutrición. Editora Acribia, S.A. Zaragoza, 2003.p.641.

CLAYPOOL, D.W, ADAMS, H.W., PENDELL, N. A. et al. Relationship between level of copper in the blood plasma and liver of cattle. *Journal of Dairy Science*, v.41, p.911- 914, 1975.

COLE, N.A, PURDY, C.W, HUTCHESON, D.P. Influence of yeast culture on feeder calves and lambs. *Journal. Animal Science*, v.70, p.1682-1690, 1992.

- CRISTY, H. Fatores que interferem com a absorção intestinal de minerais e uma solução para o problema. In: Simpósio Sobre Nutrição Mineral. I.1984. São Paulo. *Anais...*São Paulo: SNIDA, 1984.p.19-27.
- DAVIS, A.J., FLEET, R.J.A.; GOODE, M.H.; HAMON, F.M ET AL. Changes in mammary gland function at the onset of lactation in the goat: correlation with hormonal changes. *Journal Physiology*, v.3, n.1, p. 288-33, 1979.
- DAVIS, C.L.; DRACKLEY, J.K. Colostrum. *IN: The Development, Nutrition and Management of the Young Calf*. Iowa State University Press, 1998. p.179-206.
- EARLY, B., MCGEE, M., FALLON, R.J. DRENNAN, M.J., MURRAY, M.; FAREELL, J.A. Serum immunoglobulin concentrations in suckled calves and dairy-herd calves. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, v.39, p.4001-4007, 2000.
- ENGLE, R. W., W.A.HARDISON, R.F.MILLER et al. Effect of copper intake on concentration in body tissue and on growth, reproduction and production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.23,p.1160-1164, 1964.
- ERSKINE, R.J.Nutrition and mastitis. *In: The Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice*, v. 9, n.3, p.551, 1993.
- ETZEL, K.R., M.R. SWERDEL, AND R.J.COUSINS. Endotoxin-induced changes in copper and zinc metabolism in Syrian hamster. *Journal Nutrition*, v.112, p.2363-2373, 1982.
- FEITOSA, F. L. F. *Dinâmica do proteinograma e da atividade da gamaglutamiltransferase no soro sangüíneo de bezerros desde o nascimento até um ano de idade e de vacas, antes e após o parto, da raça holandesa*. 1998. 219 f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de São Paulo, São Paulo.
- FIELD,A.C; WOOLLIAMS, N.F.; DINGALL, R.A.; MUNRO, C.S. Animal and dietary variation in the absorption and metabolism of phosphorus by sheep. *Journal of Agriculture Science*, v.103, n.2, p.283-291, 1984.
- FOLEY, J.A.; OTTERBY, D.E. Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrum: A review. *Journal of Dairy Science* , v.61, p.1033-1060, 1995.
- GAPPER, L.W.; COPESTAKE, D.E.J.; OTTER, D.E.; INDYK, H.E. Analysis of Bovine Immunoglobulin G in Milk, Colostrum and Dietary Supplements: a review. *Anal. Bioanal. Chem.*, v.389, p.93-109, 2007.
- GENGELBACH, G.P., SPEARS, J.W. Effect of dietary copper and molybdenum on copper status, cytokine production, and humoral immune response of calves. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.3286-3292, 1988.
- GOONERATNE, S.R.; CHRISTENSEN, R. A survey of maternal copper status and fetal tissue copper concentrations in Saskatchewan bovine. *Canadian Journal Animal Science*, v.69, p.141-150. 1989.
- GUTHRIE, L. D.; WEST, J. W. Nutrition e reproduction interactions in dairy cattle. The University of Georgia College of

Agricultural e Enviroment Science Cooperative Extension Service, 2008. Disponivel em: <<http://adsa.asas.org/midwest/2008/08Program.pdf>> Acesso em: 08 fev. 2009.

GUY, M.A.; MCFADDEN, T.B.; COCKRELL, D.C.; BESSER, T.E. Regulation of Colostrum Formation in Beef and Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, v.77, p.3002-3007, 1994.

HALL, J.O. Appropriate Methods of Diagnosing Mineral Deficiencies in Cattle. In: TRI- STATE NUTRITION CONFERENCE. Abril, 2006.

Harmon, R. J., and P. M. Torre. *Copper and zinc: do they influence mastitis?* In: Proc.National Mastitis Council. Orlando, FL.p.54-65, 1994.

HERRICK, J.B. Mineral in animal healt. In: ASHMED, H.D.The roles of amino acids chelates in animal nutrition. 3. New Jersey, p.3-9, 1993.

HIDIROGLOU, M.; KNIPFEL, J.E. Maternal fetal relationships of cooper, manganese, and sulfur in ruminants: a review. *Journal of Dairy Science*, v.64, p.1637- 1645, 1981.

HOUGH, R. L., McCARTHY, F. D., KENT, H. D et al. Influence of nutritional restriction during late gestation on production measures and passive immunity in beff cattle. *Journal of Animal Science*, v.68, p.2622-2627, 1990.

HURLEY, W.L.; DOANE, R.M. Recent Developments in the Roles of Vitamins and Minerals in Reproduction. *Journal of Dairy Science*, v.72, p.3784-3789, 1989.

Jain, N.C. 1986. *Schalm's Veterinary Hematology*. 4th ed. Lea and Febiger, Philadelphia. 1221p.

JOHNSON, J.L.; et al. Effects of Feeding Heat-Treated Colostrum on Passive Transfer of Immune and Nutritional Parameters in Neonatal Dairy Calves. *Journal of Dairy Science*, v.90, p.5189-5198, 1971.

KADZERE, C.T.; MURPHY, M.R.; SILANIKOVE, N.; MALTZ, E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, v.77, p.59-91, 2002.

KEHOE, S.I.; JAYARO, B.M; HEINRICHS, A.J. A Survey of Bovine Colostrum Composition and Colostrum Management Practices on Pennsylvania Dairy Farms. *Journal of Dairy Science*, v. 90, p.4108-4116, 2007.

KINCAID, R.L. CRONRATH, J.D. Zinc concentration and distribution in mammary secretions of peipartum cows. *Journal of Dairy Science*, v.75, p.481-484, 1992.

KINCAID, R.L. The biological basis for selenium requeriment of animals. *Prof.Animal Science*, n.11, p.26-29, 1999.

KINCAID, R.L., ROCK, M.J. Selenium intake during late gestation on imunoglobulins and thyroid hormones in sheep. *FASEB.J.*, n.3, v.4, p.249, 1986.

KINCAID, R.L; SOCHA, M.T. Effect of Cobalt Supplementation During Late Gestation and Early Lactation on Milk and Serum Measures. *Journal. Dairy Science*,v 90, p.1880-1886, 2007.

- KUME, S.; TANABE, S. Effect of Parity on colostral Mineral Concentrations of hostein Cows and Value of Coostrum as a Mineral Sourece for Newborn Calves. *Journal of Dairy Science*, v. 76, p.1654-1660, 1993.
- KURZ, W. Nutritional Modulation of immunity and physiological responsis in beef calves. (Master of Sci.), 2004. Texas A&M UniversityFederal, Texas, UEA, 230p.
- LEE, J.; KNOWLES,S.O.; JUDSON, G.J. Trace element and vitamin nutrition of grazing shepp. IN: FREER,M.; DOVE, H. (Eds.) *Shepp nutrition*. Carberra: CABI, 2002.p.285-311.
- LEESON,S.; SUMMERS, J.D. Scott s Nutrition of the Chicken. 2001. 4th.Ed. University Books, Guelph, ON. 124p.
- LITTLE, D. A. Utilization of minerals. In: HACKER, J. B. (Ed.). *Nutritional limits to animal production from pastures*.1984 Sta. Lucia, Queensland. Farnham Royal: CSIRO, 1984, p. 259-283.
- LOGAN, E.F.; PENHALE, W.J ; JONES, R.A. Changes in the serum immunoglobulim levels on colostrum feed calves during 12 weeks pos partum. *Rev.Vet. Sci*, v.14; p-394-397, 1973.
- LONA-D, L.; ROMERO-R.C. Short Communication: Low Levels of Colostral Immunoglobulins in Some Dairy Cows with Placental Retention. *Journal of Dairy Science*, v.84, n. 2, p389-391, 1981.
- MACKIE, R. I.; THERION, J.J. Influence of mineral interactions on growth efficiency of rumen bacteria. In: GILCHRIST, F. M. C.;MACKIE, R. I. (Ed.) *Herbivore nutrition in sub-tropics and tropics*. Craighall: Science Press, 1984. p. 455-477.
- MALLETO, S. Absorção e interferência dos elementos minerais no organismo animal- microelementos. Importância na sanidade. In: Simpósio Sobre Nutrição Mineral, 1, 1984, São Paulo. *Anais...São Paulo*: SNIDA, 1984. p.9-18.
- MANCINI, G; CARBONARA, A.O., HEREMANS, J.F. et al. Immunochemical quantitation of antigens by single radial immunodifusão . *Immunochemistry*.1965, v2, p.235-254.
- McDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D. et al. Animal nutrition.6th ed. Pearson: Edinburg, 2002.639p.
- McDOWELL, L. R. Feeding minerals to cattle on pasture. *Animal Feed Science Technology*, Amsterdam, v. 60, n. 3/4, p. 247-271, 1996. .
- MCDOWELL, L.R. AND G. VALLE,G. *Major minerals in forages* In: D.I. Givens, E. Owens, R.F.E. Axford and H.M. Omed, Editors, *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*, CABI , Oxon, UK , 2000, pp. 373–397.
- McDOWELL, L.R. Minerals in Animal and Human Nutrition. Academic Press, Inc.San Diego, C.A, 1992.516p.
- McDOWELL, L.R. Recents advanced in minerals and vitamins on nutrition of lactating cows. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE, 2, 2001, Lavras, *Anais...*, Lavras: UFLA, p. 51-76, 2001.

- McGEE, M.; DRENNAN, M.J.; CAFFREY, P.J. Effect of age and nutrient restriction pre partum of beef sucker cow serum immunoglobulin concentrations, colostrum yield, composition and immunoglobulin concentration and immune status of their progeny. *Irish Journal of Agricultural and Food Researc.*, v.45, p.157-171, 2006.
- MECHOR, G.D; GROHN, Y.T.; McDOWELL, L.R. et al. Specific gravity colostrum immunoglobulins as affects by temperature an colostrum components. *Journal of Dairy Science*, v. 75, n.11, p. 3131-3135, 1992.
- MELLOR, D. Historical background and fundamental concepts "of chelation". In: DWYER, F.; MELLOR, D. (Ed.). Chelating agents and metal chelates. New York: Academic Press, 1964. p. 1.
- MERTZ, W. *Trace elements in human and animal nutrition*. New York: Academic Press, 1987. p. 347-371.
- MILLER, J.K.; RAMSEY,N. MADSEN, F.C. (Ed.). Fisiologia digestive y nutrition de los ruminantes.Zaragoza,1993.p.391-457
- MILLS, C.F. Biochemical and biophysiological indicators of minerals status in animals: Copper, cobalt, and zinc. *Journal of Animal Science*, v.65, p.1702-1711, 1987.
- MORAES, S. S.; NICODEMO, M. L. F.; VAZ, E. C.; PIRES, P. P.; CATANANTE, M. C.; S.THIAGO, L. R. L. de; VIEIRA, J. M.; FONSECA, E. M. *Avaliação da deficiência subclínica de zinco em vacas de cria e a relação com a higidez de seus bezerros*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 7 p.
- (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 65).
- MORAES, S.S.; TOKARNIA, C.H.; DOBEREINER,J. Deficiência e desequilíbrio de microelementos em bovinos e ovinos em algumas regiões do Brasil. *Pesq. Vet. Bras*, v.19, n.1, 1999.
- MUEHLEBEIN, E.L.; BRINK,D.R.; D.R, DEUSTSCHER,G.H et al. Effect of organic and inorganic supplemented to first calf cows on cow reproducton and calf health and performance. *Journal of Animal Science* , v.79, p.1650-1659, 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of beef cattle*. Minerals, 6. ed. rev. Washington: National Academic Press, 1984. p. 11-23.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of beef cattle*. Minerals, 7. ed. rev. Washington: National Academic Press, 1996. p. 54-69
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Washington , D.C. National Academy of Sciences, 7 ed., 420 p., 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommitee on Beff Cattle Nutrition. *Nutrient requirements of beef cattle*. 6.ed. Washington: National Academic Press, 1994. 90p.
- ORTOLANI, E.I. Macro e microminerais. In: SPINOSA, H.S.; GÓRNIAC, S.L.; BERNADI, M.M. *Farmacologia aplicada á medicina vaterinária*, 2002. p.641-651.
- PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARB, V. P. *Nutrição de bovinos:*

conceitos básicos e aplicados. 5.ed. Piracicaba: FEALQ, 1995.

PERKIN-ELMER. Catálogo de análise espectrofotometria, 1992.

POPOVIC, Z. *Performance and udder health status of dairy cows influenced by organically bound zinc and chromium*. 2004. 167f Thesis. (Ph) Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade, Belgrade.

PRASAD, A.S. Zinc and immunity. *Mol. Cell. Biochem.* 188, p.63-69, 1989.

PRITCHETT, L.C.; GAY, T.E. BESSER et al. Management and production factors influencing immunoglobulin G₁ concentration in colostrum from holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.2336-2341, 1991.

QUIGLE, J.D.; DREWRY, J.J. Nutrients and Immunity transfer from cow to calf pre-and postcalving. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.2779-2790, 1998.

RAJALA, P.; CASTRÉN, H. Serum Immunoglobulin Concentrations and Health of Dairy Calves in Two Management Systems from Birth to 12 Weeks of Age. *Journal of Dairy Science*, v. 78, p. 2737-2744, 1995.

REECE, W.O.; SWENSON, M.J. Dukes. *Fisiologia dos animais domésticos*, 12 ed., 2006, 855p.

SALIH, Y. McDOWELL, L.R, HENTGES, J.F et al. Mineral Content of Milk, Colostrum, and Serum as Affected by Physiological State and Mineral Supplementation. *Journal of Dairy Science*, v.70, p.608-612, 1987.

Santos, J.E. P. *Effect of degree of fatness prepartum on lactation performance and ovarian activity of early postpartum dairy cows*. 1996. 120f. Thesis. (Ph.D). Dept. Animal Sciences. University of Arizona, Tucson, AZ.

SANTOS, J.E.P. Efetividade do uso de minerais orgânicos para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 8, 2006, Piracicaba, *Anais...FEALQ*, p.191-213, 2006.

SASAKI, M.C.L.; LARSON, D.; LARSON, B.L. Production and turnover of IgG₁ and IgG₂ immunoglobulins in the bovine around parturition. *Journal of Dairy Science*, v.59, p.2046-2060, 1976.

SEKINE, J., MORITA, Z., ASAHIDA, Y. Effect of partial restriction of drinking water on water balance, feed intake and digestibility in growing calves. *Japanese Journal Zootech Science*, v.60, n. 4, p. 396-404, 1989.

SPAIN, J. IN: Re-defining mineral nutrition. 2005. In: J.A.taylor-Pickard, Tucker, A, eds. Nottingham University Press, Nottingham. Disponível em: <<http://www.alimet.org/en-us/pdf/technical-resources/beef/mintrex-organic-trace-minerals-bioavailability-and-functional-effects-in-animals.pdf>>. Acesso em: 03 jan.2009.

SPEARS, J. W. Zinc methionine for ruminants: relative bioavailability of Zn in labs and effects of growth and performance of growing heifers. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 67, n. 3, p. 835-843, 1989.

SPEARS, J. W.; KEGLEY, E. B. Effect of zinc and manganese methionine of performance of beef cows and calves.

Journal of Animal Science, v. 69, suppl., p. 59, 1991. Abstract.

SPEARS, J. W.; KEGLEY, E. B.; MULLIS, L. A. Bioavailability of copper from tribasic copper sulfate and copper chloride in growing cattle. *Anim. Feed Sci.*, v.116, p.1-13, 2004.

SPEARS, J.W. Organic trace of in ruminant nutrition. *Anim Feed Sci.Tech*, v.58, p-151-163, 1996.

TOKARNIA, C. H., DOBERENINER, J; MORAES, S.S. Situação atual e perspectivas da investigação sobre nutrição mineral em bovinos no Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, n 8, p1-16, 1988.

TORRE, P.M., HARMON, R.W. HEMKEN, CARK, D.S et al. Mild Dietary Copper, Insufficieny Depresses Blood Neutrophil Function In Dairy Cattle. *J. Nutr.Immun*, v. 1, n.4, p.3-23, 1996.

UNDERWOOD, E. *The mineral nutrition of livestock*.1981 London: Academic Press, p. 111.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. The mineral nutrition of Livestok.1999. 3d. CABI Publ. Wallingford, Oxn, U.K.

VANDERGRIFT, B. The role of mineral proteinates in immunity and reproduction. What do we really know about them? In: *Simpósio Sobre Nutrição Mineral*, 1,

1984, São Paulo. *Anais...São Paulo: SNIDA*, 1984.p.27-33.

VOET, D.; VOET, J.G., PRATT, C.W. *Fundamentos of Biochenistry*.1999. John Wiley and sons, Inc New York, NY.

WEISS, W.P. et al. Effect of duration of supplementation of selenium and vitamin E on periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.73, p.3187-3194, 1995.

WIDDOWSON, E.M.; DAUNCEY, J.; SHAW, J.C.L. Trace elements in foetal and eraly postnatal development. *Proceedings of the Nutrition Society*, v.33, p.275-278, 1974.

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

WINGER, K., GAY, C.C., BESSER, T.E. immunoglobulin GI transfer into induced mammary secretions: the effect of dexametason. *Journal of Dairy Science* , v. 78, n. 6, p. 1306-1309, 1995.

WOOLLIANS, J.A., WIENER, G., WOOLLIAMS, C. et al. Retention of cooper in liver of sheep genetically selected for high and low concentrations of copper in plasma. *Animal. Production*, n.41, p. 219-226, 1985.

XIN, Z., WATERMAN, D.F, HEMKEN, R.W et al. Cooper status and requirement during the dry period and early lactation in multiparous Hosteir cow. *Journal of Dairy Science*, v.76, p-2711-2716, 1993.

Anexos

Anexos 1. Procedimento para tratamento das doenças no bezerreiro

1.1. Diarréia: Logo no início da diarréia, eram fornecidos quatro litros de fluído oral uma vez ao dia, no mínimo em 2 horas após a ingestão do leite, sendo este volume mantido até a recuperação do animal.

Formulação do fluído oral: 100g de glicose de milho, 25 g de cloreto de sódio, 20 g de bicarbonato de sódio, 5 g de cloreto de potássio, diluídos em cinco litros de água.

Se o animal apresentasse quadro febril ele recebia ainda 0,2 g de Sulfadoxina para cada 30kg de peso vivo por três dias, e 0,5 g de Dipirona Sódica para cada 20 kg de peso vivo.

1.2. Anaplasmosose

Aplicou-se 1mL de Oxitetraciclina para cada 10 kg de peso vivo, intramuscular, em dias alternados até completar duas aplicações. Administrou-se 1mL de vitamina B12 para cada 20 kg de peso vivo, no músculo, durante quatro dias.

1.3. Pneumonia

Aplicou-se 200000 UI de penicilina G benzatina, 1000000 de penicilina G potássica e 1000000 de penicilina G procaína para cada 10 kg de peso vivo, no músculo, por cinco dias consecutivos.

Anexo 2. Formulações dos minerais fornecido as vacas e bezerras.

Tabela 18. Composição do premix mineral iônico e mineral complexado fornecidos as vacas.

Ingredientes	Qtde
Iônico	
Zinco como óxido de zinco (Zn) mg/kg	7.112,00
Iodo como iodato de cálcio (I) mg/kg	63,44
Enxofre como enxofre ventilado (S) %	6,20
Vitamina E (VitE) UI/kg	3.620,00
Cálcio como fosfato bicálcico (Ca) %	16,06
Cobre como sulfato de cobre (Cu) mg/kg	2539,94
Cobalto como sulfato de cobalto (Co) mg/kg	38,14
Ingredientes	Qtde
Iônico	
Vitamina A (VitA) UI/kg	508
Fósforo como fosfato bicálcico (P) %	11,70
Manganês como monóxido de manganês (Mn) mg/kg	4.826,25
Selênio como selenito de sódio (Se) mg/kg	39,40
Vitamina D (VitD) UI/kg	127,0
Complexado	
Zinco como carboquelato (Zn) mg/kg	7.112,00
Iodo como iodato de cálcio (I) mg/kg	63,44
Enxofre como carboquelato (S) %	6,2
Vitamina E (VitE) UI/kg	3.620,00
Cálcio como fosfato bicálcico (Ca) %	16,06
Cobre como carboquelato (Cu) mg/kg	2539,94
Cobalto como carboquelato (Co) mg/kg	38,14
Vitamina A (VitA) UI/kg	508
Fósforo como fosfato bicálcico (P) %	11,70
Manganês como carboquelato (Mn) mg/kg	4.826,25
Selênio como carboquelato (Se) mg/kg	39,40
Vitamina D (VitD) UI/kg	127

Tabela 19. Formulação do mineral complexado e iônico fornecido as bezerras

Mineral complexado		Mineral iônico	
Zinco como carboquelato (Zn) mg/kg	3999,98	Zn como sulfato de zinco mg/kg	3999,97
Iodo como iodato de cálcio (I) mg/kg	25,01	I como iodato de cálcio mg/kg	25,01
Enxofre como carboquelato (S) %	2	S como enxofre ventilado %	2,00
Vitamina E (VitE) UI/kg	2.500,00	Vit E (VitE) Ui/kg	2.500,00
Cálcio como fosfato bicálcico (Ca) %	11,27	Ca como fosfato bicálcico %	11,27
Cobre como carboquelato (Cu) mg/kg	1000,04	Cu como sulfato de cobre mg/kg	1000,04
Cobalto como carboquelato (Co) mg/kg	29,98	Co como sulfato de cobalto mg/kg	29,99
Vitamina A (VitA) UI/kg	400	VitA UI/kg	400
Fósforo como fosfato bicálcico (P) %	8,58	Fósforo como fosfato bicálcico %	8,58
Manganês como carboquelato (Mn) mg/kg	3.999,97	Mn como sulfato de manganês mg/kg	3.999,97
Selênio como carboquelato (Se) mg/kg	20,01	Se como selenito de sódio mg/kg	20,01
Vitamina D (VitD) UI/kg	60	VitD UI/kg	60
Ferro como carboquelato (Fe) mg/kg	1999,87	Fe como sulfato de ferro mg/kg	1999,87
Magnésio como óxido de magnésio (Mn) %	2,02	Mg como óxido de magnésio %	2,02
Sódio como cloreto de sódio %	11,7	Na como cloreto de sódio %	11,7