



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

NELSON PARIZOTTO JUNIOR

**AVALIAÇÕES ZOOTÉCNICAS E HEMATOLÓGICAS DE
OVELHAS SUPLEMENTADAS COM CROMO ORGÂNICO**

Londrina
2010

NELSON PARIZOTTO JUNIOR

**AVALIAÇÕES ZOOTÉCNICAS E HEMATOLÓGICAS DE
OVELHAS SUPLEMENTADAS COM CROMO ORGÂNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Wilmar Sachetin Marçal.

Londrina
2010

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

P219a Parizotto Junior, Nelson.

Avaliações zootécnicas e hematológicas de ovelhas suplementadas com
cromo orgânico / Nelson Parizotto Junior. – Londrina, 2010.
67 f. : il.

Orientador: Wilmar Sachetin Marçal.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência
Animal, 2010.

Inclui bibliografia.

1. Ovelha – Gestação – Teses. 2. Hemoglobina – Teses. 3. Leucocitos –
Teses. 4. Ovino – Criação – Teses. I. Marçal, Wilmar Sachetin. II. Universi-
dade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-
Graduação em Ciência Animal. III. Título.

CDU 636.3

NELSON PARIZOTTO JUNIOR

**AVALIAÇÕES ZOOTÉCNICAS E HEMATOLÓGICAS DE OVELHAS
SUPLEMENTADAS COM CROMO ORGÂNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Wilmar Sachetin Marçal
Universidade Estadual de Londrina (Orientador)

Prof. Dr. Luiz Fernando Coelho da Cunha Filho
Universidade Norte do Paraná

Profa. Dra. Nilva Aparecida Nicolao Fonseca
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 27 de março de 2010.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Nelson e Ignês, pelo apoio incondicional e irrestrito, fundamental para o êxito em mais esta etapa de minha vida.

A todos os meus familiares, em especial a minha irmã Lucila, ao meu cunhado Ilor e a minha namorada Cinthia pelo carinho e companheirismo.

Ao Prof. Dr. Wilmar Sachetin Marçal pelo exemplo profissional e pelos muitos ensinamentos passados durante toda minha vida acadêmica.

A Prof. Dr^a. Mara Regina Stipp Balarin pela atenção e pelos incentivos durante a realização deste trabalho.

A Prof. Dr^a. Nilva Nicolao Fonseca e ao Prof. Dr. Edson Luis Ribeiro pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Luiz Fernando Coelho da Cunha Filho pela participação na banca de defesa e pelas sugestões.

Aos amigos do Laboratório de Patologia Clínica e de Parasitologia do Hospital Veterinário-UEL, José Roberto Campos, João Cardoso, Prof.^a Karina Costa Flaiban, Evandro Vettorato, Niara Vanat, Alessandra Taroda e Gislaine Ferreira pela colaboração durante as análises e pelas horas agradáveis.

Ao amigo Marcio Bonin e a CONAN, Companhia Nacional de Nutrição Animal, pelo apoio técnico e financeiro.

Aos amigos do Rancho Platero, Cicero e Antonio Platero pela confiança ao disponibilizar os animais para realização do experimento.

Aos amigos Alessandro Cesari, Bianca de Souza, Iolanda, César e Ana pela colaboração na coleta e análise das amostras.

A todos, muito obrigado!!!

PARIZOTTO JUNIOR, Nelson. **Avaliações Zootécnicas e Hematológicas de Ovelhas Suplementadas com Cromo Orgânico**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

RESUMO

Estudos prévios comprovaram a essencialidade metabólica e a maior demanda de cromo (Cr) em situações de estresse. Com base nestas informações, avaliou-se os efeitos da adição dietética deste mineral no desempenho e nas variáveis hematológicas de ovelhas da raça Santa Inês submetidas a condições ambientais adversas e ao estresse metabólico gestacional. Para realização do experimento foram utilizadas 26 fêmeas, multíparas, divididas nos tratamentos cromo, que consistia na suplementação de 1,5 mg por animal ao dia de cromo orgânico, e controle. Os animais foram mantidos em sistema semi-extensivo com acesso a pastagem de grama estrela (*Cynodon nlemfuensis*) durante a manhã e recolhidos ao aprisco a tarde. Aferiu-se o peso e a condição corporal após jejum *overnight*, nos dias 28, 56, 84, 112, 140, 168 do período experimental, considerando como dia zero o início da suplementação e da estação reprodutiva. Foram pesquisadas as taxas de prolificidade e de concepção, sendo a última determinada 30 dias após o fim da monta. As pesagens ao nascimento nos borregos foram realizadas em até 12 h após o parto. Seguindo o cronograma anterior, foram coletadas amostras de fezes diretamente da ampola retal e de sangue por venopunção da jugular utilizando tubos de coleta a vácuo enriquecidos com EDTA sódico. A partir destes materiais obtiveram-se as contagens de ovos de *Strongylideos* por grama de fezes e os valores de hematócrito, os níveis de hemoglobina e a contagem total e diferencial dos leucócitos. Os resultados foram agrupados de modo a gerar médias para cada período gestacional (inicial - dias 0 a 50; médio - dias 51 a 100; final - dia 101 até o parto) e estudados pela análise de variância para verificação dos efeitos do tratamento, da fase de gestação e da interação entre ambos. O peso vivo e a condição corporal das fêmeas, o peso ao nascer dos borregos e as taxas de prolificidade e concepção não foram influenciados pelo tratamento. A elevação do peso vivo com redução na condição corporal dos animais foi observada com a evolução da gestação. O peso ao nascer não diferiu entre os sexos, entretanto foi inferior nos borregos nascidos de partos duplos. O cromo reduziu o número de neutrófilos circulantes. O volume globular, a concentração de hemoglobina e a contagem de leucócitos, linfócitos e eosinófilos sofreram redução com evolução da gestação, enquanto os neutrófilos e os monócitos apresentaram contagens superiores na fase final da prenhez. O Cr não influenciou o desempenho durante a estação reprodutiva e ao longo do período gestacional, entretanto modificou o perfil das células brancas do sangue, através da redução na contagem de neutrófilos. As fases da gestação exerceram influência no hemograma, em razão das adaptações fisiológicas necessárias para o desenvolvimento do feto.

Palavras-chave: Estresse. Gestação. Hemoglobina. Leucócitos. Suplementação mineral. Volume globular.

PARIZOTTO JUNIOR, Nelson. **Zootechnical and Hematological assessment of Ewes with Organic Chromium.** 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

ABSTRACT

Previous studies have proved the metabolic essentiality of and a greater demand for chromium in situations of stress. Based on these pieces of information, evaluating the effects of dietetic adding of this mineral in the performance and in the hematological variable of Santa Inês sheep breed subject to adverse environmental conditions and to gestational metabolic stress. For carrying out this study 26 multiparous female sheep were used. They were divided into the chrome treatment, which consisted in supplementing 1.5 mg animal per day⁻¹ with organic chrome, and control. The animals were kept in semi-extensive system with access to Stargrass pasture (*Cynodon nlefuensis*) during the morning and taken to the corral in the afternoon. Their weight and body condition were checked after the overnight fast on days 28, 56, 84, 112, 140, 168 of the experimental period, considering as day zero the beginning of supplementation and of breeding season. The rates of prolificity and delivering were checked, being the latter determined 30 days after the day of mating. The weighing at birth of lambs was carried out up to 12 hours after delivery. Following the previous schedule, fecal samples were collected from the rectum, and blood samples were collected by venous puncture of the jugular using vacuum collection tubes with sodic EDTA. From these materials, counts of eggs per gram of feces were determined and hematocrit values, hemoglobin levels and the differential and total counting of leukocytes were obtained. The results were grouped so that they could provide the average to each gestational period (initial - days 0 to 50); average - days 51 to 100; final - days 101 until delivering) and studied by analyzing the variation for checking the effects of treatment, from the gestational phase and the interaction between them. The live weight, the body condition of the females, lambs' weights at being born and the rates of prolificity and delivering were not influenced by the treatment. The increase of the live weight of the ones with reduction of the body condition of the animals was observed with the evolution of the gestation. The weight at being born has not differed between the sexes; however, it was inferior in the lambs born of double delivering. The chromium reduce the number of neutrophils. The number of leukocytes, linfocits and eosinophils, the levels of hemoglobin and the packed cell volume have been reduced with the evolution of the pregnancy. The neutrophils have been increase on the final phase. Chrome has not influenced the performance during the reproductive season and along the gestation period. It has, however, modified the profile of the white cells of the blood, reducing the counting of neutrophils. The phases of gestation have had a great influence in the hemogram due to the physiological adaptation needed for foetus development.

Keywords: Hemoglobin. Mineral supplementation. Pregnancy. Packed. Cell volume. Stress.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Composição dos suplementos protéico-mineral ofertados aos tratamentos cromo e controle..... | 31 |
| Tabela 2 – Avaliação das condições ambientais e do nível de estresse durante o período experimental na região de Marialva - PR..... | 32 |
| Tabela 3 – Índices reprodutivos de ovelhas Santa Inês submetidas a monta natural, recebendo ou não suplementação com cromo orgânico | 34 |
| Tabela 4 – Valores médios e desvios padrão do peso vivo e da condição corporal de ovelhas Santa Inês em função dos tratamentos e das fases de gestação | 36 |
| Tabela 5 – Valores médios e desvios padrão do peso ao nascer dos cordeiros de acordo com os tratamentos, com os sexos e com os tipos de parto..... | 37 |
| Tabela 6 – Valores médios e desvios padrão dos parâmetros hematológicas de ovelhas Santa Inês em função dos tratamentos e das fases de gestação..... | 52 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------------------------------------|---|
| CA | Conversão Alimentar |
| CC | Condição Corporal |
| CMS | Consumo de Matéria Seca |
| CO₂ | Dióxido de Carbono |
| Cr | Cromo |
| Cr⁺³ | Cromo Trivalente |
| Cr⁺⁴ | Cromo Tetraivalente |
| Cr⁺⁵ | Cromo Pentavalente |
| Cr⁺⁶ | Cromo Hexavalente |
| CrCl₃ | Cloreto de Cromo |
| Cr₂O₃ | Óxido de Cromo |
| CrLev | Cromo Levedura |
| CrQuel | Cromo Quelato |
| CrNic | Cromo Nicotinato |
| CV | Coeficiente de Variação |
| DNA | Ácido Desoxirribonucléico |
| EDTA | Ácido Etilenoaminotetracético de Sódio |
| ER | Estação Reprodutiva |
| Fe | Ferro |
| Fi | Primeira Geração g - Grama |
| GMD | Ganho Médio Diário |
| GTP | Fator Tolerância a Glicose |
| Hb | Hemoglobina |
| Ht | Hematócrito |
| h | Hora |
| IBR | Rinotraqueite Infecciosa Bovina |
| IBRv | Vírus da Rinotraqueite Infecciosa Bovina |
| ITU | Índice de Temperatura e Umidade |
| Kg | Quilograma |
| LMWCr | Molécula de Mais Baixo Peso Molecular Ligada ao Cromo |
| mm | Milímetros Cúbicos |

| | |
|-------------|------------------------------|
| Mg | Magnésio |
| NaCl | Cloreto de Sódio |
| NE | Nível de Estresse |
| NS | Não Significativo |
| NRC | Nutritional Research Council |
| ppm | Partículas por Milhão |
| pH | Potencial de Hidrogênio |
| PV | Peso Vivo |
| PVF | Peso Vivo Final |
| SAS | Statistical Analysis System |
| TA | Temperatura Ambiente |
| TP | Taxa de Prenhez |
| TMD | Temperatura Média Diária |
| UMD | Temperatura Média Diária |
| UR | Umidade Relativa |
| V | Vanádio |
| VG | Volume Globular |
| Zn | Zinco |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 REVISÃO DE LITERATURA | 10 |
| 1.1 O PAPEL DO CROMO NOS SISTEMAS BIOLÓGICOS..... | 10 |
| 1.1.1 Absorção | 10 |
| 1.1.2 Função Biológica | 11 |
| 1.1.3 Excreção..... | 13 |
| 1.1.4 Deficiência e Toxicidade | 14 |
| 1.2 EFEITO DO CROMO NO DESEMPENHO PRODUTIVO DOS ANIMAIS PECUÁRIOS..... | 14 |
| 1.2.1 Suínos..... | 14 |
| 1.2.2 Bovinos | 15 |
| 1.2.3 Ovinos | 18 |
| 1.3 O EFEITO DO CROMO NO DESEMPENHO REPRODUTIVO DOS ANIMAIS PECUÁRIOS | 18 |
| 1.4 VARIAÇÕES HEMATOLÓGICAS DECORRENTES DA SUPLEMENTAÇÃO COM CROMO..... | 20 |
| 1.5 FATORES ENVOLVIDOS NAS ALTERAÇÕES DO PERFIL HEMATOLÓGICO | 20 |
| | |
| 2 OBJETIVOS | 24 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 24 |
| 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 24 |
| | |
| 3 ARTIGOS PARA PUBLICAÇÃO | 25 |
| 3.1 ARTIGO 1 – DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE OVELHAS SANTA INÊS SUPELEMENTADAS COM CROMO ORGÂNICO DURANTE A ESTAÇÃO DE MONTA E A GESTAÇÃO | 25 |
| 3.1 ARTIGO 2 – INFLUÊNCIA DO CROMO E DA GESTAÇÃO NOS VALORES HEMATOLÓGICOS DE OVELHAS SANTA INÊS | 43 |
| | |
| CONCLUSÕES | 57 |
| | |
| REFERENCIAS | 58 |

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 O PAPEL DO CROMO NOS SISTEMAS BIOLÓGICOS

O cromo (Cr) é o 21º mineral mais abundante na crosta terrestre, presente em níveis superiores no solo quando comparado aos alimentos, e dentre estes, os cereais são relativamente pobres enquanto as leguminosas são relativamente ricas (PECHOVA; PAVLATA, 2007; UNDERWOOD; SUTTLE, 1999). Nos sistemas biológicos, o Cr é encontrado nos estados de oxidação III e VI, sendo a forma hexavalente (Cr^{+6}) um subproduto industrial e apontada como mutagênica e carcinogênica para os humanos e animais, enquanto a forma trivalente (Cr^{+3}) é reconhecida atualmente como essencial no metabolismo dos carboidratos e lipídios (PECHOVA; PAVLATA, 2007).

Os primeiros relatos de sua essencialidade datam de 1959, e foram feitos por Schwarz e Mertz em estudo com animais de laboratório (MERTZ, 1998). Nos anos seguintes, publicaram-se estudos demonstrando quadros de deficiência de Cr, bem como os efeitos positivos de sua suplementação para pacientes humanos recebendo estritamente nutrição parenteral e intolerantes a glicose, além de outros benefícios como a redução dos riscos de doenças cardiovasculares (MERTZ, 1993). Entretanto, somente durante a década de 90, o Cr passou a ser intensivamente estudado na nutrição dos animais pecuários (PECHOVA; PAVLATA, 2007).

1.1.1 Absorção

A inclusão relativamente recente do Cr na dieta animal esta relacionada a falhas neste processo, em razão das fontes suplementares convencionais (fontes inorgânicas) apresentarem baixa absorção. Os sais (cloreto de cromo - CrCl_3) e óxidos (Cr_2O_3) dissociam-se no trato digestivo, o que promove a formação de compostos insolúveis através da ligação com outros componentes dietéticos (gorduras e fitatos), tornando-os indisponíveis. A interferência iônica de outros elementos minerais (zinco-Zn, ferro-Fe e vanádio-V) e a baixa

ou inexistente conversão para formas com atividade biológica interferem de modo negativos na sua utilização (NRC, 1997).

O surgimento de compostos de maior valor biológico foi um importante avanço na superação destas limitações. A associação do mineral a substâncias ou moléculas orgânicas como aminoácidos, oligopeptídeos e leveduras produziu novas formas químicas com características compartilhadas e próprias, nominadas genericamente de "cromo orgânico". Este é absorvido de maneira 20 a 30 vezes superior, pois é altamente estável e biodisponível, e ainda, pouco tóxico (UNDERWOOD; SUTTLE, 1999; BARUSELLI, 2005).

A estabilidade nos diferentes pHs do trato gastrointestinal parece ser a principal propriedade relacionada a maior absorção, já que impede a formação de precipitados insolúveis e a interação com componentes dietéticos (BARUSELLI, 2005). O aproveitamento pelo organismo dos minerais ofertados na forma de sais depende de sua dissociação no pH ácido do estômago para posterior captura dos íons pelas proteínas transportadoras no intestino. Entretanto, partes destes elementos são eliminados pelas fezes, pois o pH alcalino intestinal propicia a formação de novas ligações entre os átomos livres, originando compostos não absorvíveis (CHRISTY, 1984). Em oposição, as moléculas orgânicas são inertes e eletricamente neutras e, portanto, atravessam a mucosa intestinal intactas (ACDA; CHAE, 2002). A elevada biodisponibilidade significa maior grau de semelhança da molécula com as existentes no organismo, independendo da capacidade do mesmo de convertê-las em sua forma ativa tal qual os compostos inorgânicos (SPEARS, 1996).

1.1.2 Função Biológica

Com a demonstração da essencialidade do Cr, estabelece-se o fato de que após absorvido ele deva apresentar funções orgânicas. A primeira hipótese foi de que este elemento compunha uma forma química especial purificada também a partir de leveduras e nominada "Fator de Tolerância a Glicose - *Glucose Tolerance Factor*" (GTF). Esta molécula seria composta por íons cromo ligados ao ácido nicotínico e a glutatona, com a função auxiliar a ligação da insulina aos seus receptores, potencializando a sua ação no metabolismo da glicose (MERTZ, 1993).

No entanto, devido a falhas no seu isolamento e purificação em outros organismos, possivelmente devido ao conhecimento inexato de sua estrutura, gerou-se uma

serie de publicações conflitantes (MERTZ, 1993), motivando pesquisas posteriores que demonstraram outros compostos contendo Cr nos mamíferos. Yamamoto et al. (1988) e Davis e Vincent, (1997) isolaram no colostro e no fígado de bovinos um oligopeptídeo de baixo peso molecular, formado por glutamina, asparagina, glicina e cisteína associados a íons cromo. Como a estrutura molecular desse composto não foi determinada, foi chamado genericamente de "Substância de Mais Baixo Peso Molecular Ligada ao Cromo - *Low Molecular Weight Chromium Binding*" - LMWCr (FERREIRA, 2002).

Em seguida, Sumrall e Vincent (1997) obtiveram quantidades apreciáveis desse composto a partir do rim de suínos, material de onde também isolou-se o GTF. Considerando esses achados, o processo de hidrólise ácida necessário para purificação e isolamento do fator de tolerância a glicose e a sua similaridade estrutural com o LMWCr, os autores concluíram que o GTF possa ser um artefato técnico originado a partir da fragmentação da substância de mais baixo peso molecular ligada ao Cr.

Esta ocorre naturalmente nos mamíferos e atua no metabolismo energético potencializando a ação da insulina, o que aumenta a taxa oxidação da glicose até CO₂ e a sua conversão em lipídios (YAMAMOTO et al., 1988). Em oposição, o GTF não apresenta evidências conclusivas de sua atividade biológica intrínseca (VINCENT, 2000b), sendo possivelmente uma fonte nutricional de Cr prontamente disponível para célula, com efeitos benéficos devido ao restabelecimento no *pool* deste elemento em tecidos deficientes (VINCENT, 1994).

Os mecanismos fisiológicos proposto por Mertz (1993) para GTF são diferentes dos aceitos para o LMWCr. Este oligopeptídeo atua no meio intracelular e não como um facilitador da ligação hormônio-receptor. Em análise mais detalhada de sua forma de ação, observou-se que para desempenhar a sua função máxima, a molécula deve conter quatro íons cromo, de maneira semelhante a Calmodulina, proteína cálcio-ligante que atua na contração muscular. Considerando também que essas duas moléculas ativam as mesmas vias de sinalização intracelular, Vincent (2000b) propõe o nome Cromodulina.

A nível molecular, a Cromodulina participa de um sistema de auto-amplificação dos sinais da insulina. Em resposta ao aumento da glicose, este hormônio é liberado na circulação e liga-se as subunidades a de seu receptor transmembrana, alterando a sua conformação. Este fenômeno permite o fluxo de íons Cr do sangue para o citoplasma celular, onde a Cromodulina é armazenada em sua forma inativa ou Apo-cromodulina (VINCENT, 1999, 2000a, 2000b).

Apesar de não demonstrado *in vivo*, sugere-se que a Transferrina responda pelo transporte do Cr no sangue. Mediante a ação da insulina, esta proteína entra nas células por endocitose carregando consigo o mineral, que no citoplasma é seqüestrado pela Apocromodulina, compondo a Holo-cromodulina ou Cr₄-cromodulina. Esta molécula liga-se a subunidade P do receptor localizado na face interna da membrana celular, mantendo a sua conformação ativa (DAVIS; VINCENT, 1997; VINCENT, 1999, 2000a, 2000b).

Como consequência ocorre a perda da ação inibitória da subunidade a sobre as Quinases protéicas presente na subunidade P, que catalisam uma série de reações de fosforilação e defosforilação de moléculas citoplasmáticas, resultando na ativação de vias intracelulares de sinalização. A ação deste grupo enzimático aumenta em oito vezes e oscila de mínima até máxima quando o Cr é introduzido no sistema (DAVIS; VINCENT, 1997). Existem indícios de que este mineral atua também na via das Fosfatases, visto que estudos *in cito* demonstraram 100% de elevação em sua atividade na presença da Cromodulina (DAVIS; SUMRALL; VINCENT, 1996; SUMRALL; VINCENT, 1997). Os produtos destas reações bioquímicas são alterações específicas no metabolismo e na expressão gênica, cujo efeito final é amplificação das ações da insulina (CARVALHEIRA; ZECCHIN; SAAD, 2002).

1.1.3 Excreção

A excreção do Cr é realizada pelos rins. Com redução nos níveis do hormônio pancreático em questão, ocorre um relaxamento da ligação entre o receptor e a Cromodulina que é eliminada da célula. Este fenômeno indica o não reaproveitamento deste elemento e é consistente com o aumento da concentração da proteína ligada ao cromo na urina (VINCENT, 2000b).

A hiperinsulinemia causa maior consumo das reservas de Cr em função de sua atividade biológica. Conseqüentemente, condições de estresse que produzam hiperglicemia, alto nível dietético de carboidratos ou diabetes do tipo II, causam maior excreção urinaria do mineral (VINCENT, 1999).

1.1.4 Deficiência e Toxicidade

Sintomas e sinais da deficiência de Cr no organismo são relatados em humanos. Os principais são intolerância a glicose, glicosúria, hiperglicemia pós jejum, altos níveis de insulina, redução nos tecidos magros associado a maior acúmulo de gordura, nefropatias e encefalopatias (ANDERSON, 1997). Nos bovinos relaciona-se a este quadro o aumento nos triglicerídeos e no colesterol, falhas no sistema imune e aumento na taxa de morbidade em rebanhos (PECHOVA; PAVLATA, 2007).

A toxicidade do Cr está relacionada a valências específicas. A forma hexavalente é apontada como mutagênica e carcinogênica para humanos e animais. O Cr^{+6} sofre reações de redox no interior da célula produzindo como metabólitos intermediários como Cr^{+4} (forma mais reativa) e o Cr^{+5} . Esses compostos interagem com substratos biológicos causando clivagens de DNA, uma das possíveis vias carcinogênicas deste elemento (FERREIRA, 2002).

Alguns autores acreditam a excreção urinária e o não reaproveitamento da Holocromodulina faça parte de um mecanismo de detoxificação, responsável pela remoção e eliminação do Cr^{+6} (YAMAMOTO et al., 1988). Em razão da eficiência deste processo e da baixa toxicidade do cromo trivalente, os ruminantes apresentam uma alta tolerância ao Cr, recebendo níveis dietéticos elevados (3000 ppm de CrCl_3) por um longo período sem apresentar efeitos adversos. A concentração máxima para o óxido de cromo (Cr_2O_3) é de 1000 ppm (NRC, 1980).

1.2 EFEITO DO CROMO NO DESEMPENHO PRODUTIVO DOS ANIMAIS PECUÁRIOS

1.2.1 Suínos

A inclusão de estudos referentes aos suínos deve-se a abundante literatura sobre os efeitos do cromo nesta espécie. Durante o crescimento dos leitões, resultados positivos importantes são observados, tais como maior ganho médio diário (MOONEY; CROMWELL, 1997; VAN HEUGTEN; SPEARS, 1997), menor conversão alimentar e

deposição de gordura, somados a maior área de olho de lombo (LINDEMANN et al., 1995). Segundo Oliveira et al. (2007), isto deve-se ao aumento da digestibilidade da matéria seca e a maior retenção de nitrogênio, que é direcionado para a síntese de proteína nos músculos. Contudo, a ausência de efetividade também foi reportada nesta fase (AMOIKON et al., 1995; VAN DE LIGT et al., 2002; SHELTON et al., 2003).

Certamente, os maiores benefícios do Cr para os suínos devem-se a qualidade de carcaça superior nos animais suplementados. Ao adicionar propionato de cromo na dieta de animais em crescimento e terminação, Shelton et al. (2003) identificaram melhoras nas características organolépticas da carne tais como menor perda por exsudação ao cozimento e após ser resfriada ou congelada. Outros efeitos observados são a área do músculo *Longissimus* e o peso de pernil e pernil sem capa de gordura superiores, além de maior porcentagem de músculo e redução na deposição de gordura a altura da décima costela (PAGE et al., 1993; SHELTON et al., 2003).

1.2.2 Bovinos

Entre os ruminantes, a suplementação de cromo para os bovinos tem recebido notória importância. A partir de meados da década de 90, quando efetivamente passou-se a estudar a influência da adição deste mineral nas dietas, o foco principal tem sido a avaliação do desempenho produtivo e da resposta imunológica de animais submetidos a condições de estresse.

Em trabalho pioneiro, Chang e Mowat (1992) estudaram as conseqüências de sua inclusão dietética sobre desempenho de bovinos Charolês após longo período de transporte, considerado como condição de estresse. Os animais apresentaram ganho médio diário (GMD) 30% superior, enquanto a conversão alimentar (CA) reduziu em 27%. No ano seguinte, o mesmo grupo de pesquisa (MOONSIE-SHAGEER; MOWAT, 1993) testou diferentes dosagens de Cr suplementar em bovinos após transporte e confirmaram o maior GMD, neste caso, devido a maior consumo de matéria seca (CMS).

Kegley, Spears e Brown Jr (1997) avaliaram bovinos em crescimento recebendo ou não cromo nicotinato (CrNic) e submetidos ou não ao estresse de 6h de transporte, 48h de privação de água e alimentos, e alojamento em ambiente não familiar. Após este período todos os animais foram inoculados com suspensão viral de IBR. Antes da

exposição ao estresse o Cr não afetou o GMD, CMS e a conversão alimentar. Após administração de IBRv, o grupo suplementado submetido ou não ao transporte apresentou maior GMD. Considerando-se todo período experimental, o Cr propiciou ganho de peso superior aos animais.

Pechova et al. (2002) avaliaram o cromo na alimentação de bovinos de corte em recria, considerando o desmame, a mudança de ambiente e a formação de novos grupos como condição de estresse. Observou-se GMD e peso vivo final (PVF) superiores nos animais suplementados, devido aos efeitos favoráveis do Cr no estado de saúde e na imunidade.

Em um dos poucos estudos sobre as influências do Cr nas características da carcaça dos bovinos, Pollard, Richardson e Karnezos (2002) identificaram maior peso da carcaça quente e tendência de aumento na área de olha de lombo (área do músculo *Longissimus*). A ausência de resultados semelhantes na espécie parece estar relacionada com o desenho experimental dos trabalhos realizados, havendo a necessidade de estudos mais longos de maneira semelhante ao realizado com suínos (BUNTING et al., 1994).

Nas fêmeas com aptidão leiteira, tem sido amplamente analisada a ação do Cr durante os desequilíbrios metabólicos existentes no periparto. McNamara e Valdez (2005) avaliaram a adição deste elemento na dieta de vacas holandesas de 28 dias pré até 21 dias pós-parto. Houve maior CMS no pós-parto, resultando em maior produção de leite. Respostas semelhantes as obtidas por Al-Saiady et al. (2004) ao avaliar a oferta do mineral em questão para vacas expostas ao estresse térmico durante o pico de lactação, e por Hayirli et al. (2001) ao estudar a sua inclusão no pós-parto recente, onde identificou-se ainda aumento no teor de gordura e lactose no leite.

Em pesquisa avaliando o desempenho de fêmeas lactantes, agrupadas de acordo com a produtividade e o número de partos, e recebendo ou não cromo quelatado (CrQuel), observou-se maior efetividade na categoria e no período de lactação onde o estresse é severo. O CMS no período total foi semelhante entre os tratamentos, entretanto, houve maior ingestão (15%) nas 4 semanas seguintes ao parto nas primíparas. O Cr foi capaz de reduzir o coeficiente de variação de ingestão de matéria seca em aproximadamente 10 %. A produção leiteira tendeu a aumentar nos animais de primeira cria suplementados (13,2%). Este efeito pode estar associado a maior síntese de propionato dietético e a maior gliconeogênese hepática, o que eleva a glicemia e aumenta a disponibilidade de substrato para síntese de lactose (YANG et al., 1996).

Apesar da rica literatura sobre o Cr, os seus efeitos na produção de ruminantes foram pouco estudados nas condições nacionais, e são restritos aos bovinos.

Resultados favoráveis a sua utilização nas condições dos edafo-climática dos trópicos foram obtidos por Bizinoto (2005), que avaliou a suplementação com diferentes fontes de cromo (carboquelato vs CrCl_3) para garrotes de diferentes grupos genéticos (Nelore e Holandês) criados em pastagem de *Panicum maximum Jacq* na presença ou ausência de sombra nos piquetes. A fonte CrQuel proporcionou maior consumo do suplemento, e quando associada a condição de sombra, refletiu em maior GMD dos animais.

Em trabalho desenvolvido na Bahia, Aragón et al. (2001) ofertaram cromo levedura (CrLev) via mistura mineral para vacas zebu com aproximadamente 30 meses de idade e com bezerro ao pé, mantidas em *B. brizantha* durante a estação de monta. Os animais consumiram ligeiramente menos suplemento e apresentaram maior PVF quando Cr foi adicionado a dieta.

Na região norte do Paraná, analisou-se o desempenho de animais nelore da desmama ao sobre-ano (MONTEMOR, 2005). Não foram encontrados efeitos do tratamento no período total do experimento, todavia, em dois momentos o peso do grupo suplementado foi superior em 6,6 e 7,2%. A oferta de Cr na mistura mineral foi viável economicamente, pois apresentou relação benefício/custo 26,56 % superior. Isso se deve ao consumo 36,6 % inferior ao controle associado ao desempenho semelhante entre os grupos.

Apesar de muitos trabalhos demonstrarem maior produtividade dos animais suplementados, outros apontam para a ausência de efeito, o que acarretaria apenas em maiores custo de produção. Os resultados negativos estão relacionados ao tipo de estresse que os animais são expostos, bem como sua duração e intensidade (ARTHINGTON et al., 1997), também aos níveis de Cr e a biodisponibilidade da forma química com que o elemento esta presente ou é suplementado na dieta (KEGLEY; GALLOWAY; FAKLER, 2000).

Em animais confinados, a suplementação com diferentes doses de CrLev (SWANSON et al., 2000) ou diferentes fontes de Cr (KEGLEY; SPEARS, 1995) não influenciou o PVF, o GMD e a CA devido a ausência ou baixo nível de estresse. O mesmo efeito foi identificado em bezerros lactentes de idades variadas (KEGLEY; SPEARS; BROWN JR, 1996; ARTHINGTON et al., 1997; KEGLEY; SPEARS; EISEMANN, 1997).

Durante a recria, a inclusão de Cr na dieta de novilhos (as) não influenciou o desempenho produtivo nos diferentes sexos (BUNTING et al., 1994). Respostas semelhantes foram relatadas por Kegley, Galloway e Fakler (2000) que atribuíram a ausência de resultados positivos ao curto período experimental (21 a 23 dias), e por Zanetti et al. (2003) que a associou aos níveis adequados do mineral na dieta base.

1.2.3 Ovinos

Nos pequenos ruminantes, o número de estudos é sensivelmente menor do que nos bovinos. Forbes et al. (1998) testaram a suplementação com picolinado de cromo para ovelhas Suffolk, com aptidão para produção de carne, e ovelhas Gulf Costal Native, animais rústicos e produtores de lã. Ao final dos 22 dias de experimento não houve influência do tratamento no GMD, na condição corporal (CC) e na IMS. Mostafa-Tehrani et al. (2006) avaliaram animais da raça Shal, de origem iraniana, e relataram ausência de efeito no PVF, ganho de peso total e no GMD.

De modo semelhante, Kitchalong et al. (1995) não identificou influência do Cr no GMD e na CMS em ovinos Suffolk em crescimento, justificada pela ausência ou baixo intensidade de estresse, incapaz de causar depleção *nopool* corporal do mineral. Todavia, os pesquisadores relataram interferência do tratamento nas características da carcaça, como maior proporção de tecidos magros e menor deposição de gordura. De modo oposto, Gentry et al. (1999) observou maior GMD, CMS e CA nos animais recebendo Cr até 5 semanas após o desmame quando não houve restrição proteica na dieta. As características de carcaça não foram influenciadas de maneira consistente.

Sano et al. (1997) estudou o desempenho produtivo de ovinos em crescimento recebendo dietas de "alto-grão", enriquecidas ou não com CrQuel, considerando também possíveis variações na forma de utilização dos nutrientes. O mineral suplementar elevou o GMD, sem altera a CMS. Houve maior aproveitamento do propionato na síntese de glicose, reduzindo a gliconeogênese a partir de outros compostos como os aminoácidos, aumentando sua deposição nos músculos. Neste caso, o benefício da suplementação com Cr deve-se a sua maior utilização e excreção em razão do alto nível de concentrado, o que demanda maior atuação da insulina.

1.3 EFEITO DO CROMO NO DESEMPENHO REPRODUTIVO DOS ANIMAIS PECUÁRIOS

Desde meados da década de 90, quando iniciaram-se as pesquisas com cromo na dieta dos ruminantes, o foco principal tem sido a avaliação da produtividade e da resposta imunológica de animais submetidos a condições de estresse como transporte,

mudanças no ambiente e/ou no manejo nutricional e exposição a condições climáticas adversas. Entretanto, um número consideravelmente menor de trabalhos foi dedicado a avaliar a interferência deste mineral traço no desempenho reprodutivo, restringido sua literatura em relação a outras variáveis.

O Cr resulta em efeitos positivos marcantes e com relevância econômica na esfera reprodutiva, tais como, maiores taxas de prenhez (TP) e redução no período de serviço. Pechova et al. (2003) avaliaram a suplementação com CrQuel para rebanho leiteiro com alta incidência de desordens metabólicas, e observaram redução no número de dose de sêmen por concepção e no período de serviço, enquanto Stahlhut, Whisnant e Spears (2006) relataram tendência de aumento na TP em vacas Simental e Angus suplementadas no pré-parto.

Em estudo realizado na Nova Zelândia, avaliou-se o efeito da inclusão de cromo metionina na dieta de fêmeas bovinas da 6^a semana pré-parto até 21^a pós-parto. Houve tendência de elevação na TP referente aos primeiros 28 dias da estação de monta (50 vs 39,2%) no lote tratado. Como reflexo deste fenômeno, o período de serviço do mesmo lote foi de 27 dias, enquanto no grupo controle foi de 38 dias (BRYAN; SOCHA; TOMLINSON, 2004).

Reforçando os benefícios do Cr na reprodução Yang et al. (1996) observaram maior TP, redução no número de dias para o primeiro estro (63 vs 75) e para a primeira inseminação artificial (71 vs 90) em vacas primíparas. Segundo os pesquisadores a maior ação da insulina nos ovários, os torna mais responsivos as gonadotrofinas, estimulando o desenvolvimento folicular e a ovulação.

Números expressivos são apresentados por Khaled e El-Shahat, (2004) ao analisarem a associação entre o cromo e uma vitamina do complexo B na reprodução de búfalas de primeira cria. As TPs foram 40 e 20 % superior nos animais recebendo Cr, associados ou não a niacina, respectivamente. Observou-se concentrações superiores de progesterona nas fêmeas suplementadas, devido ao maior nível sérico de colesterol, precursor dos hormônios esteróides. Possivelmente este seja outro mecanismo a explicar benefícios reprodutivos do mineral traço em questão.

Um único estudo foi destinado a avaliar o Cr no desempenho reprodutivo quando o Cr foi adicionado a dieta de bovinos mantidos a campo nas condições tropicais Brasileiras (ARAGON et al., 2001). O trabalho foi desenvolvido na Bahia, durante os meses de dezembro a fevereiro (estação de monta), utilizando vacas zebu com aproximadamente 30 meses de idade e bezerro ao pé. Identificou-se maior incidência de cios, tendência de maior TP e menor intervalo de partos, característica até então não relatada. No entanto, não houve

influência no número de animais gestantes na primeira, segunda e terceira inseminação e no número de doses por vaca inseminada ou vaca prenhe.

1.4 VARIAÇÕES HEMATOLÓGICAS DECORRENTES DA SUPLEMENTAÇÃO COM CROMO

O Cr está associado a melhora na efetividade do sistema imune de animais sob estresse devido ao seu efeito modulatório na insulina e no cortisol, o qual apresenta conhecida função imunossupressora e antagônica ao hormônio pancreático (MÖSTL; PALME, 2002). Este mineral atua de modo positivo na resposta humoral e celular, elevando os títulos de anticorpos e potencializando a função linfocitária (BURTON; MALLARD; MOWAT, 1993; BURTON, 1995; BURTON et al., 1995; KEGLEY; SPEARS; BROWN JÚNIOR., 1996). Segundo Chang, Mallard e Mowat, (1995) os linfócitos, quando ativados por antígenos ou por estimulação mitótica, manifestam receptores para a insulina, que necessitam do Cr para manter a conformação ativa.

Apesar das influências positivas citadas acima estarem bem documentadas, poucos estudos dedicaram-se a realizarem a quantificação celular e a determinar os níveis de outros componentes sanguíneos nos animais suplementados. Os trabalhos existentes relatam ausência de efeito do Cr no volume globular (VG) e nos níveis de hemoglobina (Hb) (ARTHINGTON et al., 1997; KEGLEY; SPEARS; BROWN JUNIOR, 1997), e resultados variáveis na contagem das células brancas. Em um primeiro momento, observou-se não haver diferença na contagem total e diferencial dos leucócitos (KEGLEY; SPEARS; BROWN JUNIOR, 1996), contudo, estudos posteriores demonstraram variações significativas no número total destas células (KEGLEY; SPEARS; BROWN JUNIOR, 1997).

1.5 FATORES ENVOLVIDOS NAS ALTERAÇÕES DO PERFIL HEMATOLÓGICO

O conhecimento da composição sanguínea em animais sadios e de suas variações decorrentes de condições de doença fornece informações valiosas para obtenção do diagnóstico, estabelecimento do prognóstico e monitorização da evolução clínica após o tratamento. Entretanto, para correta utilização dos dados obtidos nas análises hematológicas,

faz-se necessário conhecer as alterações não patológicas, associadas aos diferentes momentos fisiológicos e a condições particulares de manejo e ambiente.

As características hematológicas sofrem variações marcantes de acordo com a faixa etária. Dias Junior et al. (2006) demonstraram diferenças na série eritrocitária, enquanto Birgel Junior et al. (2001) e Costa et al. (2000) relataram alterações no leucograma dos bovinos. O sexo não exerce influência no hemograma dos animais adultos (SILVEIRA; BRANDÃO; BRANDÃO, 1979), entretanto, durante a manifestação do estro nas fêmeas, a contagem total de leucócitos pode sofrer elevações, devido ao maior número de linfócitos e eosinófilos (TIBBO et al., 2004).

Nos ruminantes, o quadro leucocitário é caracterizado por predominância de linfócitos. Entretanto, particularidades raciais podem influenciar o leucograma e também o eritrograma, como demonstrado por Tibbo et al. (2004) ao estudar diferentes raças caprinas nativas da Etiópia. Nos bovinos de aptidão leiteira, animais Holandês apresentaram maior Hb e volume globular quando comparadas a animais Jersey e Gernesy, possivelmente devido ao metabolismo elevado (SHAFFER; ROUSSEL; KOONCE, 1981).

As diferenças geográficas são fontes de variação nas características hematológicas. Tibbo et al. (2004) chamam atenção para os valores de Hb e para contagem de eritrócitos superiores a normalidade da espécie, em animais adaptados ao ambiente montanhoso. Segundo Birgel Junior et al. (2001), ao discutir o leucograma de fêmeas Jersey criada no estado de São Paulo, os valores de referência obtidos no hemisfério norte não deveriam subsidiar diagnósticos no estado em questão.

Os parâmetros sangüíneos podem apresentar alterações de acordo com a temperatura, umidade e nutrição, oscilando entre as épocas do ano e entre os anos (SHAFFER; ROUSSEL; KOONCE, 1981; CAMPOS et al., 2008). Períodos quentes e secos causam elevação no VG e na concentração de hemoglobina quando comparado a períodos chuvosos. O aumento do volume globular esta associada a maior transpiração para troca de calor com o meio, o que causa hemoconcentração (SILVA et al., 2005; SOUZA et al., 2007).

Em discordância desta informação, Lee, Roussel e Beatty (1974) demonstraram a redução no Ht e menor número de hemácias durante as altas temperaturas. Este efeito de hemodiluição foi atribuído ao maior transporte de água através do sangue para reduzir a temperatura corporal, enquanto a menor contagem de eritrócitos indica redução no aporte de oxigênio para os tecidos, o que diminui a produção endógena de energia nas reações metabólicas. Os autores observaram ainda leucocitose por neutrofilia e eosinofilia após

mudança de estação de temperaturas moderadas para altas. A contagem de linfócitos, neutrófilos e eosinófilos elevou-se de 5,3; 20 e 26,7 %, respectivamente.

Nos pequenos ruminantes, as variações sazonais no hemograma pode estar associadas a verminose. O VG e Hb apresentam-se reduzidos em períodos favoráveis a infestações parasitárias (TIBBO et al., 2004). Souza et al. (2006) observou que caprinos com alta carga parasitária e contagem de ovos por grama de fezes superior a 1500 apresentavam eosinofília, devidos produção e liberação acelerada desta célula durante as parasitoses.

Olayemi, Farotimi e Fagbohun (2000) identificaram alterações nos parâmetros eritrocitários em função do sistema produtivo. Os animais criados intensivamente apresentaram maiores VG e Hb em relação aos manejados extensivamente, em razão do alto plano nutricional.

Diferentes momentos fisiológicos, como a gestação e lactação, alteram eritrograma e leucograma dos animais. Viana et al. (2002) avaliaram as variações nas células brancas do sangue em cabras Saanen monitoradas entre os períodos pré-concepção e pós-parto. Houve redução gradativa dos leucócitos totais, com valores mínimos no final da gestação. O perfil leucocitário dos animais passou de linfocitário para nitidamente neutrofílico com evolução da prenhez.

Vihan e Rai (1987) estudaram os componentes hematológicos de ovinos e caprinos do dia 120 de gestação até o dia 15 pós-parto. Houve aumento na contagem total de leucócitos até o parto com redução no número de eosinófilos devido ao envolvimento da glândula adrenal nos mecanismos de parturição. Estes resultados foram confirmados por Azab e Abdel-Maksoud, (1999). Pequenas divergências foram relatadas por Iridam (2007) que observou leucositose por neutrofilia com eosinopénia, entretanto, sem alteração na contagem linfocitária. Neste estudo, os monócitos permaneceram baixos durante toda gestação quando comparados ao período pré-concepção.

O principal efeito da gestação no eritrograma é conhecido como "anemia fisiológica" causada pelo aumento do volume plasmático. Azab e Abdel-Maksoud, (1999) e Iridam (2007) observaram redução na contagem de eritrócitos e no volume globular, de acordo com a evolução da gestação em cabras. Os autores caracterizaram este fenômeno como uma hemodiluição fisiológica necessária para um maior fluxo de sangue para o útero e placenta, a fim de garantir aporte adequado de oxigênio e nutrientes adequado para o(s) feto(s). Segundo Jain (1993), a elevação no volume plasmático acontece também nos ovinos e é na ordem de até 23%.

Nas fases finais de gestação os animais podem apresentar menores níveis de hemoglobina quando comparadas aos momentos pré-concepção e pós-parto (BOZDOGAN et al., 2003; CAMPOS et al., 2008). Isso pode estar associado ao fato da síntese de hemoglobina fetal não depender nas reservas maternas de ferro, o que pode comprometer produção desta molécula pelo organismo da mãe. Esta redução pode ocorrer mesmo com a atuação de mecanismos compensatórios, como a maior absorção intestinal de Fe e é exacerbada pela subnutrição, por parasitoses e por doenças intercorrentes (SOUZA; MALAQUIAS FILHO; FERREIRA, 2002).

Nas mulheres grávidas ocorre um incremento de 40 a 50 % no volume plasmático associado a elevação menos intensa na massa eritrocitária e leucocitária, reduzindo assim a contagem de células vermelhas, o VG e os níveis de Hb. Esta elevação no volume do plasma é necessária para suprir a demanda do sistema vascular uterino hipertrofiado e para resguardar a mulher dos efeitos adversos da perda de sangue no parto. A redução no hematócrito é necessária para diminuir a viscosidade sangüínea e a resistência periférica, proporcionando maior transporte de oxigênio para o feto (SOUZA; MALAQUIAS FILHO; FERREIRA, 2002).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da adição dietética de cromo orgânico no desempenho reprodutivo e nas variáveis hematológicas de ovelhas Santa Inês mantidas em pastagem.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Quantificar os efeitos do cromo e das fases de gestação no peso vivo e na condição corporal das ovelhas.

Avaliar a taxa de concepção e de prolificidade nas fêmeas suplementadas durante a estação de monta.

Determinar a influencia do cromo, do sexo e do tipo de parto no peso ao nascer dos cordeiros.

Identificar alterações nas variáveis sanguíneas em função da suplementação e do estresse ambiental.

REFERÊNCIAS

ACDA, S. P.; CHAE, B. J. A Review on the Applications of Organic Trace Minerals in Pig Nutrition. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 1, n. 1, p. 25-30, 2002.

AL-SAIADY, M. Y.; AL-SHAIKH, M. A.; AL-MUFARREJ, S.I.; AL-SHOWEIMIA, T. A.; MOGAWER, H. H.; DIRRAR, A. Effect of chelated chromium supplementation on lactation performance and blood parameters of Holstein cows under heat stress. **Animal Feed Science and Technology**, v.117, p. 223-233, 2004.

AMOIKON, E. K. FERNANDEZ, J. M. SOUTHERN, L. L. THOMPSON JR, D. L. WARD, T. L OLCOTT, B. M. Effect of chromium tripicolinate on growth, glucose tolerance, insulin sensitivity, plasma metabolites, and growth hormone in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 1123-1130, 1995.

ANDERSON, A. A. Chromium as an Essential Nutrient for Humans. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 26, p. 35-41, 1997.

ARAGÓN, V. E. F.; GRAÇA, D. S.; NORTE, A. L.; SANTIAGO, G. S.; PAULA, O. J. Suplementação com cromo e desempenho reprodutivo de vacas zebu primíparas mantidas a pasto. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.53, n. 5, 2001.

ARTHINGTON, J. D.; CORAH, L. R.; MINTON, J. E.; ELSASSER T. H.; BLECHA, F. Supplemental dietary chromium does not influence ACTH, cortisol, or immune responses in young calves inoculated with bovine herpesvirus-1. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 217-223, 1997.

AZAB, M, E.; ABDEL-MAKSOUH, H. A. Changes in some hematological and biochemical parameters during prepartum and postpartum periods in female Baladi goats. **Small Ruminant Research**, v. 34, p. 77-85, 1999.

BARROS, N. N.; VASCONCELOS, V. R.; WANDER, A. E.; ARAUJO, M. R. A. Eficiência bioeconômica de cordeiros F₁ Dorper x Santa Inês para produção de carne. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 8, p. 825-831, 2005.

BARUSELLI, M. S. Suplementos e co-produtos na nutrição de gado de corte. In: Simpósio sobre desafios e novas tecnologias na bovinocultura de corte, 1, 2005, Brasília. **Anais...** Brasília, 2005.

BAUMAN, D.E.; CURRIE, B.C. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis, **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 9, p. 1514-1529, 1980.

BELL, A. W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2804-2819, 1995.

BIRGEL JUNIOR, E. H.; DANGELINO, J. L.; BENESI, F. J.; BIRGEL, E. H. Valores de referência do leucograma de bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 38, n. 3, p. 136-141, 2001.

BIZINOTO, A. L. **Efeito da ingestão do cromo sobre o ganho de peso e alguns constituintes sanguíneos em bovinos mantidos em pastagens no cerrado**. 2005. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

BOWMAN, J. G.; SOWELL, B. F. Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants: a review. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 543-550, 1997.

BOZDOGAN, O.; ÇENESİZ, M.; KAYA, M.; KAMILOGLU, N. Tuj irki koyunlarda bazı kan değerleri üzerine yaş cinsiyet besleme ortamı vâ gebeligin etkileri. **Turk Journal Veterinary and Animal Science**, v. 27, p. 521-524, 2003.

BRITO, M. A.; GONZALEZ, F. H. D.; CAMPOS, R.; LACERDA, L.; BARBOSA, P. R.; BERGMANN, G. Composição do sangue e do leite de ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e lactação. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 942-948, 2006.

BRYAN, M. A. SOCHA, M. T. TOMLINSON, D. J. Supplementing Intensively Grazed Late-Gestation and Early-Lactation Dairy Cattle with Chromium. **Journal of dairy Science**, v. 87, p. 4269-4277, 2004.

BUNTING, L. D.; FERNANDEZ, J. M.; THOMPSON JR, D. L.; SOUTHERN, L. L. Influence of chromium picolinate on glucose usage and metabolic criteria in growing Holstein calves. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 1591-1599, 1994.

BURTON, J. L. Supplemental chromium: its benefits to the bovine immune system. **Animal Feed Science and Technology**, v. 53, p. 117-133, 1995.

BURTON, J. L.; MALLARD, B. A.; MOWAT, D. N. Effects of supplemental chromium on immune responses of periparturient and early lactation dairy cows. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 1532-1539, 1993.

BURTON, J. L.; NONNECKE, B. J.; ELSASSER, T. H.; MALLARD, B. A.; YANG, W. Z.; MOWAT, D. N. Immunomodulatory activity of blood serum from chromium-supplemented periparturient dairy cows. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 49, p. 29-38, 1995.

CAMPOS, R.; LACERDA, L. A.; TERRA, S. R.; GONZALEZ, F. H. D. Parâmetros hematológicos e níveis de cortisol plasmático em vacas leiteiras de alta produção no Sul do Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 45, n. 5, p. 354-361, 2008.

CARVALHEIRA, J. B. C.; ZECCHIN, H. G.; SAAD, M. J. A. Vias de sinalização da insulina. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, v. 46, n.4, 2002.

CHANG A, X.; MALLARD, B. A.; MOWAT, D. N. Effects of chromium on health status, blood neutrophil phagocytosis and in vitro lymphocyte blastogenesis of dairy cows. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v.52, n. 19, p. 37-52, 1995.

CHANG, X.; MOWAT, D. N. Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 559-565, 1992.

CHRISTY, H. Fatores que interferem com a absorção intestinal de minerais e uma solução para esse problema. In: I simpósio de nutrição mineral, 1984. São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1984. p. 19-29.

CIARLINI, P. C.; CIARLINI, L. D. R. P.; ALENCAR, N. X.; HOHAYAGAWA, A.; RODRIGUES, C. F. C. Metabolismo oxidativo de neutrófilos em ovelhas naturalmente infectadas por nematódeos gastrintestinais e correlação entre nível sérico de cortisol e carga parasitária. **Arquivos Brasileiros Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 54, n. 3, 2002.

COSTA, J. N.; BENESI, F. J.; BIRGEL, E. H.; D'ANGELINO, J. L.; AYRES, M C. C.; BARROS FILHO, I. R. Fatores etários no leucograma de fêmeas zebuínas sadias da raça nelore (*Bos indicus*). **Ciência Rural**, v. 30, n. 3, p. 399-403, 2000.

DAVIS, C. M.; SUMRALL, K. H.; VINCENT, J. B. A biologically active form of chromium may active a membrane fosphotyrosine Phosphatase. **Biochemistry**, v. 35, p. 12963-12969, 1996.

DAVIS, C. M.; VINCENT, J. B. Chromium oligopeptide active insulin receptor tyrosine kinase activity. **Biochemistry**, v. 36, p. 4382-4385, 1997.

DIAS JUNIOR, R. F.; BRACARENSE, A. P. F. R. L.; MARÇAL, W. S.; ROCHA, M. A.; DIAS, R.C.F. Valores de referência e influência da idade no eritrograma de fêmeas bovinas da raça Aquitânica. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 3, p. 311-315, 2006.

EL-SHERIF, M. M. A.; FAWZIA, A. Changes in some blood constituents of Bakari ewes during pregnancy and lactation under semi arid conditions, **Small Ruminant Research**, v. 40, p. 269-277, 2001.

FERREIRA, A. D. Q. O impacto do crômio nos sistemas biológicos. **Química nova**, v. 25, n. 4, p. 572-578, 2002.

FORBES, C. D.; FERNANDEZ J. M.; BUNTING, L. D.; SOUTHERN L. L.; THOMPSON D. L.; GENTRY L. R., CHAPA A. M. Growth and metabolic characteristic of Suffolk and Gulf Coast Native ewes supplemented with chromium tripicolinate. **Small Ruminant Research**, v. 28, p.149-160, 1998.

GARCIA-NAVARRO, C. E. K. **Manual de Hematologia Veterinária**. 2 ed. São Paulo: Varela, 2005.

GENTRY, L. R.; FERNANDEZ, J. M.; WARD, T. L.; WHITE, T. W.; SOUTHERN, L. L.; BIDNER, T. D.; THOMPSON JR, D. R.; HOROHOV, D. W.; CHAPA, A. M.; SAHLU, T. Dietary protein and chromium tripicolinate in Suffolk wether lambs: effects on production characteristics, metabolic and hormonal responses, and immune status. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1284-1294, 1999.

HAYIRLI, A.; BREMMER, D. R.; BERTICS, S. J.; SOCHA, M. T.; GRUMMER, R. R. Effect of Chromium Supplementation on Production and Metabolic Parameters in Periparturient Dairy Cows, **Journal of Dairy Science**, v. 84, p.1218-1230, 2001.

HOFFMANN, R. P. **Diagnóstico de parasitismo veterinário**. Porto Alegre: Sulina, 1987.

IAPAR. **Cartas Climáticas**. Disponível em: < www.iapar.br > acesso em: 18 jul. 2008.

INGVARTSEN, K. L.; ANDERSEN, J. B. Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals, **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 1573-1597, 2000.

IRIADAM, M. Variation in certain hematological and biochemical parameters during the peri-partum period in Kilis does. **Small Ruminant Research**, v. 73, p. 54-57, 2007.

JAIN, N. C. **Essentials of Veterinary Hematology**. Pennsylvania: Lea & Febiger, 1993.

KEGLEY, E. B.; GALLOWAY, D. L.; FAKLER, T. M. Effect of dietary chromium-L-methionine on glucose metabolism of beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 78, p- 3177-3183, 2000.

KEGLEY, E. B.; SPEARS J. W.; BROWN JR, T. T. Effect of shipping and chromium supplementation on performance, immune response, and disease resistance of steers. **Journal Animal Science**, v. 75, p. 1956-1964, 1997.

KEGLEY, E. B.; SPEARS, J. W. Immune response, glucose metabolism, and performance of stressed feeder calves fed inorganic or organic chromium. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2721-2726, 1995.

KEGLEY, E. B.; SPEARS, J. W.; BROWN JR, T. T. Immune Response and Disease Resistance of Calves Fed Chromium Nicotinic Acid Complex or Chromium Chloride. **Journal of Dairy Science**, v.79, p. 1278-1283, 1996.

KEGLEY, E. B.; SPEARS, J. W.; EISEMANN, J. H. Performance and Glucose Metabolism in Calves Fed a Chromium-Nicotinic Acid Complex or Chromium Chloride. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1744-1750, 1997.

KHALED, N. F.; EL-SHAHAT, K. H. Metabolic and reproductive responses of Egyptian buffaloes to dietary chromium and niacin supplementation. **Veterinary Medical Journal**, v. 52, n. 1, p. 125-133, 2004.

KITCHALONG, L.; FERNANDEZ, J. M.; BUNTING, L. D.; SOUTHERN, L. L.; BIDNER, T. D. Influence of chromium tripicolinate on glucose metabolism and nutrient partitioning in growing lambs, **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2694-2705, 1995.

LEE , J. A. ROUSSEL, J. D. BEATTY, J. F. Effect of Temperature-Season on Bovine Adrenal Cortical Function, Blood Cell Profile, and Milk Production, **Journal of Dairy Science**, v 59, n. 1, p. 104-108, 1974.

LINDEMANN, M. D.; CARTER, S. D.; CHIBA, L. I.; DOVE, C. R.; LEMIEUX, F. M.; SOUTHERN L. L. A regional evaluation of chromium tripicolinate supplementation of diets fed to reproducing sows. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 2972-2977, 2004.

LINDEMANN, M. D.; WOOD, C. M.; HARPER, A. F.; KORNEGAY E. T.; ANDERSON, R. A. Dietary chromium picolinate additions improve gain: feed and carcass characteristics in growing-finishing pigs and increase litter size in reproducing sows. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 457-465, 1995.

MARAI, I. F. M.; EL-DARAWANY, A. A.; FADIEL A.; ABDEL-HAFEZ, M. A. M. Physiological traits as affected by heat stress in sheep - A review. **Small Ruminant Research**, v. 71, p. 1-12, 2007.

McNAMARA, J. P.; VALDEZ, F. Adipose tissue metabolism and production responses to calcium propionate and chromium propionate. **Journal Dairy Science**, v. 88, p. 2498-2507, 2005.

MERTZ, W. Chromium in human nutrition: a review. **The Journal of Nutrition**, v. 123, p. 626-633, 1993.

MERTZ, W. Chromium research from a distance: 1959 to 1980. **Journal of American College of Nutrition**, v. 17, n. 6, p. 544-547, 1998.

MEXIA, A. A.; MACEDO, F. A. F.; ALCALDE, C. R.; SAKAGUTI, E. S.; MARTINS, E. N.; ZUNDT, M.; YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, R. M. G. Desempenhos reprodutivo e produtivo de ovelhas Santa Inês suplementadas em diferentes fases da gestação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 658-667, 2004.

MONTEMOR, C. H. **Desempenho e Perfil Metabólico de Bovinos da Raça Nelore Suplementados com Cromo Orgânicos**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

MOONEY, K. W.; CROMWELL, G. L. Efficacy of chromium picolinate and chromium chloride as potential carcass modifiers in swine. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 2661-2671, 1997.

MOONSIE-SHAGEER, S.; MOWAT, D. N. Effect of level of supplemental chromium on performance, serum constituents, and immune status of stressed feeder calves. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 232-238, 1993.

MORAES, J. C. F.; SOUZA, C. J. H. JAUME, C. J. **O Uso da Avaliação da Condição Corporal Visando Máxima Eficiência Produtiva dos Ovinos**. Embrapa: Bagé, 2005. (comunicado técnico 57).

MOSTAFA-TEHRANI, A.; GHORBANI, G.; ZARE-SHAHNEH, A.; MIRHADI, S. A. Non-carcass components and wholesale cuts of Iranian fat-tailed lambs fed chromium nicotinate or chromium chloride. **Small Ruminant Research**, v. 63, p. 12-19, 2006.

MÖSTL, E; PALME, R. Hormones as indicators of stress. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 23, p. 67-74, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirement of Sheep**. 6 ed. Washington: National Academic Press, 1985.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Mineral Tolerance of Domestic Animal**. Washington: National Academic Press, 1980.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **The Role of Chromium in Animal Nutrition**, Washington: National Academic Press, 1997.

OLAYEMI, F. O.; FAROTIMI, J. O.; FAGBOHUN, O. A. Hematology of the west African dwarf sheep under two different management systems in Nigeria. **African Journal of Biomedical Research**, v. 3, p. 197-198, 2000.

OLIVEIRA, V.; FIALHO, E. T.; LIMA, J. F. A.; ARAUJO, J. F. Efeito do picolinato de cromo na digestibilidade dos nutrientes e nos metabolitos sanguíneos dos suínos. **Archivos de Zootecnia**, v. 56, n. 214, p. 137-143, 2007.

PAGE, T. G. SOUTHERN, L. L. WARD, T. L. THOMPSONJR, D. L. Effect of chromium picolinate on growth and serum and carcass traits of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 656-662, 1993.

PECHOVA, A.; CECH, S.; PAVLATA, L.; PODHORSKY, A. The influence of chromium supplementation on metabolism, performance and reproduction of dairy cows in a herd with increased occurrence of ketosis. **Czech Journal of Animal Science**, v. 48, n. 9, p. 349-358, 2003.

PECHOVA, A.; ILLEK, J.; SINDELAR, M.; PAVLATA, L. effects of chromium supplementation on growth rate and metabolism in fattening bulls. **Acta Vet Brno**, v. 71, p. 535-541, 2002.

PECHOVA, A.; PAVLATA, L. Chromium as an essential nutrient: a review, **Veterinary Medicina**, v. 52, n. 1, p. 1-18, 2007.

- POLLARD, G.V.; RICHARDSON, C.R.; KARNEZOS T.P. Effects of supplemental organic chromium on growth, feed efficiency and carcass characteristics of feedlot steers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 98, p. 121-128, 2002.
- RETTRAY, P. V.; GARRETT, W. N.; EAST, N. E.; HINMAN, N. Growth, development and composition of the ovine conceptus and mammary gland during pregnancy. **Journal of Animal Science**, v. 38, n. 3, p. 613-626, 1974.
- RIBEIRO, E. L. A.; SILVA, L. D. F.; MIZUBUTI, I, Y.; ROCHA, M. A.; SILVA, A. P. ; MORI, R. M. ; FERREIRA, D. O. L. ; CASIMIRO, T. R. Desempenho produtivo de ovelhas acasaladas no verão e no outono recebendo ou não suplementação alimentar durante o acasalamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 23, n. 1, p. 35-44, 2002.
- RIBEIRO, L. A. O.; FONTANA, C. S.; WALD, V. B.; GREGORY, R. M.; MATTOS, R. C. Relação entre a condição corporal e a idade das ovelhas no encarneamento com a prenhez. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.357-361, 2003.
- ROCHA, L. P.; FRAGA, A. B.; ARAUJO FILHO, J. T.; FIGUEIRA, R. F.; PACHECO, K. M. G.; SILVA, F. L.; RODRIGUES, D. S. Desempenho de cordeiros cruzados em Alagoas, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 221, p. 145-148, 2009.
- SANO, H.; MOWAT, D. N.; BALL, R. O.; TROUT, D. R. Effect of Supplemental Chromium on Whole-Body Kinetics of Glucose, Lactate, and Propionate in Rams Fed a High Grain Diet. **Compendium Biochemistry and Physiology**, v. 118, n. 1, p. 117-121, 1997.
- SHAFFER, L.; ROUSSEL, J. D.; KOONCE, K. L. Effects of Age, Temperature-Season, and Breed on Blood Characteristics of Dairy Cattle. **Journal Dairy Science**, v. 64, p. 62-70, 1981.
- SHELTON, J. L.; PAYNE, R. L.; JOHNSTON, S. L.; BIDNER, T. D.; SOUTHERN, L. L.; ODGAARD, R. L. PAGE, T. G. Effect of chromium propionate on growth, carcass traits, pork quality, and plasma metabolites in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 2515-2524, 2003.
- SILVA, F. L. R.; ARAÚJO, A. M. Características de Reprodução e de Crescimento de Ovinos Mestiços Santa Inês, no Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 17121720, 2000.
- SILVA, G. A. **Efeito de Fatores Extrínsecos sobre Parâmetros Fisiológicos de Caprinos no Semi-árido Paraibano**. 2005. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária em Pequenos Ruminantes), Universidade Federal de Campina Grande, Patos.

SILVEIRA, A. F.; BRANDÃO, G. A.; BRANDÃO, N. M. Valores leucocitários observados em ovinos adultos isentos de parasitismo clínico no município de Tupanciretã. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v. 9, n. 3, p. 349-354, 1979.

SOUZA, B. B.; SILVA, R. M. N.; MARINHO, L. M.; SILVA, G. A.; SILVA, E. M. N.; SOUZA, A. P. Parâmetros fisiológicos e índices de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindi no semi-árido Paraibano. **Ciências Agrotécnicas**, v. 31, n. 3, p. 883-888, 2007.

SOUZA, C.; LOPES, S. T. A.; BATINA, P. N.; CECIM, M.; CUNHA, C. M.; CONRADO, A. C.; BECK, A. Estresse parasitário em cabras Saanen: Avaliação hematológica e da atividade oxidativa dos neutrófilos. **Veterinária Notícia**, v. 12, n. 2, p. 17-23, 2006.

SOUZA, I. S.; FILHO, M. B.; FERREIRA, L. C. O. Alterações hematológicas e gravidez. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v. 24, n. 1, p. 29-36, 2002.

SPEARS, J. W. Organic trace minerals in ruminant nutrition. **Animal Feed Science Technology**, v. 58, p. 151 - 163, 1996.

STAHLHUT, H.S.; WHISNANT, C.S.; SPEARS, J.W. Effect of chromium supplementation and copper status on performance and reproduction of beef cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 128, p. 266-275, 2006.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEMS - SAS. **SAS/STAT: user's guide**. Cary: 1994. v. 2, 846p.

SUMRALL, K. H.; VINCENT, J. B. Is glucose tolerance factor an artifact produced by acid hydrolysis of low-molecular-weight chromium binding substance. **Polyhedron**, v. 16, n. 23, p. 4171-4177, 1997.

SWANSON, K.C.; HARMON, D.L.; JACQUES, K.A.; LARSON, B.T.; RICHARDS, C.J.; BOHNERT, D.W.; PATON, S.J. Efficacy of chromium-yeast supplementation for growing beef steers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 86, p. 95-105, 2000.

THRALL, M. A. **Veterinary Hematology and Clinical Chemistry**. Baltimore: Lippicott Williams & Wilkins, 2004.

TIBBO, M.; JIBRIL, Y.; WOLDEMESKEL, M.; DAWO, F.; ARAGAW, K.; REGE, J.E.O. Factors Affecting Hematological Profiles in Three Ethiopian Indigenous Goat Breeds. **International Journal of Applied Research Veterinary Medicine**, v. 2, n. 4, 2004.

UNDERWOOD, W. J.; SUTTLE, N. F. **The Mineral Nutrition on Livestock**. 3 ed. Wallingford: CAB International, 1999.

VAN de LIGHT, J. L. LINDEMANN, M. D. HARMON, R. J. MONEGUE, H. J. CROMWELL, G. L. Effect of chromium tripicolinate supplementation on porcine immune response during the post weaning period. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 449-455, 2002.

VAN HEUGTEN, E. V.; SPEARS, J. W. Immune response and growth of stressed weanling pigs fed diets supplemented with organic or inorganic forms of chromium. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 409-416, 1997.

VIANA, R. B.; BIRGEL JUNIOR, E. H.; AYRES, M. C. C.; BIOJONI, F. S. M.; SOUZA, M. C. C.; BIRGEL, E. H. Influência da gestação e do puerpério sobre o leucograma de caprinos da raça Saanen, criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 39, n. 4, p. 196-201, 2002.

VIANA; R. B.; BIRGEL JUNIOR, E. H.; AYRES, M. C. C.; BENESI, F. J.; MIRANDOLA, R. M. S.; BIRGEL, E. H. Influência da gestação e do puerpério sobre o eritrograma de caprinos (*Capra hircus*) da raça Saanen, criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, p. 178-184, 2003.

VIHAN, V. S.; RAI, P. Certain hematological and biochemical attributes during pregnancy, parturition and pos-parturition periods in sheep and goats. **Indian Journal of Animal Science**, v. 57, n. 11, p. 1200-1204, 1987.

VINCENT, J. B. Relationship between glucose tolerance facto and low-molecular-weight chromium-binding substance. **Journal of Nutrition**, v. 124, p. 117-118, 1994.

VINCENT, J. B. Mechanisms of chromium action: low-molecular-weight chromium-binding substance. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 18, n. 1, p. 6-12, 1999.

VINCENT, J. B. Elucidating a biological role of chromium at a molecular level. **Accounts of Chemical Research**, v. 33, n. 7, p. 503-510, 2000a.

VINCENT, J. B. The biochemistry of chromium. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 715-718, 2000b.

YAMAMOTO, A.; WADA, O.; SUZUKI, H. Purification and properties of biologically active chromium complex from bovine colostrums. **Journal of Nutrition**, v. 118, p. 39-45, 1988.

YANG, W. Z.; MOWAT, D. N.; SUBIYATNO, A.; LIPTRAP, R. M. Effects of chromium supplementation on early lactation performance of Holstein cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 76, p. 221-230, 1996.

ZANETTI, M. A.; SALLES, M. S. V.; BRISOLA, M. L.; CÉSAR, M. C. Desempenho e resposta metabólica de bezerros recebendo dietas suplementadas com cromo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1532-1535, 2003.