TEORES DE MINERAIS E HEMOGLOBINA DO SANGUE DE NOVILHOS CANCHIM E CHAROLÊS SUBMETIDOS A RAÇÕES DE DIFERENTES NÍVEIS ENERGÉTICOS

JOSÉ DE BRITO LOURENÇO JUNIOR

Eng.º Agr.º - EMBRAPA

Orientador: Máx Lázaro Vieira Bose

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universi-
dade de São Paulo, para obtenção do título
de Mestre em Nutrição Animal e Pastagens.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Fevereiro, 1 9 78

A meus pais, Maria e José,
pelo exemplo e incentivo,
às minhas irmãs, pelo a-
mor fraterno

A minha esposa Augusta Jane
e a minha filha Andrêa que,
pelo amor, compreensão e
estímulo, possibilitaram
a realização deste traba
lho

D E D I C O

A G R A D E C I M E N T O S

- Ao Prof. Dr. Máx Lázaro Vieira Bose, por seu elevado espírito de colaboração, e pela orientação precisa e amizade demonstradas durante o curso de pós-graduação e na realização deste trabalho;
- À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), por tornar possível a participação no curso de pós-graduação em Nutrição Animal e Pastagens;
- À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), pelo curso de pós-graduação, e aos professores do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos dados e pela amizade;
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos;
- Ao pessoal técnico, administrativo e de campo da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de São Carlos (UEPAE - São Carlos), pela ajuda prestada na execução do trabalho experimental;
- Ao Prof. Dr. Irineu Umberto Packer, pela elaboração do planejamento experimental e auxílio valioso na análise estatística dos dados;

- Ao colega Cláudio Maluf Haddad, pela contribuição durante o curso e no desenvolvimento do trabalho experimental;
- Aos colegas Alencar Mendonça e Luiz Antonio Murrieta Kazen, pelo apoio prestado na realização deste trabalho;
- Ao colega Ari Pinheiro Camarão, pelo auxílio na revisão;
- Aos colegas do curso de pós-graduação em Nutrição Animal e Pastagens;
- Ao Prof. Gilberto Diniz de Oliveira, pela colaboração na determinação de minerais;
- À Sr.^{ta} Rosa Maria Rodrigues da Silva, pelo auxílio na análise das amostras;
- À Sra. Maria Edine de Gáspari Tavares, pelo trabalho de dactilografia;

A todos aqueles que direta ou indiretamente tornaram possível a realização deste trabalho.

I N D I C E

	Página
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 - Fósforo	4
2.2 - Cálcio	14
2.3 - Cobre	17
2.4 - Ferro	21
2.5 - Hemoglobina	24
3 - MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 - Local	28
3.2 - Animais	29
3.3 - Rações	29
3.4 - Delineamento estatístico	31
3.5 - Condução do experimento	33
3.5.1 - Período pré-experimental	33
3.5.2 - Período experimental	34
3.6 - Coleta e preparo de amostras de sangue ...	34
3.7 - Análise do sangue	35
3.7.1 - Determinação de minerais	35

	Página
3.7.1.1 - Fósforo	35
3.7.1.2 - Cálcio	36
3.7.1.3 - Cobre	36
3.7.1.4 - Ferro	36
3.7.2 - Determinação do teor de hemoglobina.	36
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 - Fósforo no soro	38
4.2 - Fósforo no plasma	47
4.3 - Cálcio no soro	54
4.4 - Cobre no soro	61
4.5 - Cobre no plasma	69
4.6 - Ferro no soro	78
4.7 - Ferro no plasma	86
4.8 - Hemoglobina	94
4.9 - Interrelação entre os componentes do sangue	100
5 - CONCLUSÕES	105
6 - RESUMO	107
7 - SUMMARY	109
8 - LITERATURA CITADA	111
9 - APÊNDICE	126

1. INTRODUÇÃO

Sérios prejuízos nos rebanhos do mundo inteiro têm sido provocados por deficiências simples de minerais. Em explorações intensivas ocorrem deficiências condicionadas, devido a influência dos diversos constituintes da dieta sobre a absorção ou sobre o metabolismo dos minerais. Sem dúvida, a determinação dos níveis de minerais no sangue, antes que ocorram sintomas clínicos e perdas de produção é de grande importância e proporcionaria um alerta a possíveis carências (TODD, 1971; MILLER, 1974).

Um dos mais valiosos auxiliares na determinação do estado nutricional e sanitário do animal é a análise de sangue, pois sua composição química indica a disponibilidade-normal, insuficiente ou excessiva de minerais, e a constituição de seus elementos figurados reflete o estado normal ou anormal do indivíduo. Técnicas analíticas de precisão estão disponíveis para detectar a maioria das trocas bioquímicas induzidas por minerais, e algumas dessas técnicas são simples e podem ser realizadas sob condições de campo. Também, o sangue como material de análise apre-

senta a vantagem de estar disponível sem o sacrifício do animal, pode ser obtido de grande número de animais, ser de transporte e armazenamento fáceis, permitindo estudo posterior à coleta (*UNDERWOOD, 1966; 1971*).

Há constituintes do sangue que caracterizam espécie animal e até raça. A configuração geral dada pelas diversas análises de sangue numa fase do animal constitui o chamado "perfil metabólico". Torna-se, pois, indispensável conhecer-se preliminarmente qual seria a composição e configuração normal do sangue bovino, o que possibilitaria identificação de anormalidades e posterior investigação sobre suas causas. A hematologia é por esse motivo considerada de relevante importância como auxiliar em pesquisa com bovinos (*MAC DONALD et alii, 1956; ALEXANDER et alii, 1959*). Tendo em vista que alterações na saúde refletem em alterações na estrutura (forma, coloração, número, tamanho, etc.) e composição total do sangue ou parcial (soro ou plasma), as "análises clínicas" estão sendo utilizadas em larga escala pela medicina para avaliação de estado de saúde (*OSER, 1965*), e praticamente todas condições patológicas (*WILSON e DINKLE, 1968*).

Por outro lado, o grau de utilização de minerais - como de qualquer outro nutriente - é condicionado à disponibilidade adequada de energia por tornar-se limitante e constituir quantitativamente a maior exigência nutritiva do animal.

Embora de tão ampla aplicação, a hematologia é muito específica, devendo-se considerar fatores como raça, sexo, idade, fase fisiológica, fatores do meio e alimentação na interpretação dos resultados.

Propósitos visados pelo trabalho:

1º. Conhecimento da composição normal do sangue bovino quanto a cálcio, fósforo, ferro, cobre e hemoglobina.

2º. Influência exercida pelo nível nutricional e raça sobre a composição sanguínea.

3º. Interrelação entre os componentes do sangue analisados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fósforo

O fósforo, além de se constituir matéria básica na formação dos tecidos ósseos, é um dos elementos mais envolvidos no metabolismo animal. Participa ativamente na absorção e no metabolismo de carboidratos, através de compostos fosforilados e ligações fosfatadas ricas em energia, é importante no transporte de ácidos graxos através do corpo fazendo parte dos fosfolipídeos, e em algumas fases do metabolismo de proteínas. É essencial nas contrações musculares e no perfeito funcionamento do sistema nervoso central, e participa de vários sistemas enzimáticos. O fósforo é parte integrante das moléculas de proteínas que constituem o principal material dos tecidos moles do corpo, bem como dos ácidos nucleicos, estando, pois, envolvido em inúmeros processos essenciais à vida. Nos ruminantes, fósforo é requerido também pelos microorganismos do rúmen (GREAVES *et alii*, 1934; UNDERWOOD, 1966; ROUBICEK *et alii*, 1968; DAYRELL *et alii*, 1973b; THOMPSON e WERNER, 1976). Não é surpreendente, pois, que deficiência desse elemento cause sérios problemas anatômicos e fisiológicos.

cos, de ocorrência universal e de intensa repercussão sobre a economia da exploração pecuária.

As áreas deficientes em fósforo, no mundo, são extensas, e, em determinadas regiões, constituem fator limitante para a exploração econômica de bovinos devido a baixa produtividade do rebanho, consequência do crescimento retardado, diminuição da fertilidade, menor produção leiteira, mau estado geral de nutrição, perda dos fluídos do corpo, baixa eficiência alimentar, queda de resistência a doenças infecciosas, e deformações do esqueleto ("raquitismo baixo-fósforo" e osteomalacia) e até morte (UNDERWOOD, 1966; TOKARNIA *et alii*, 1970; DAYRELL *et alii*, 1973 b; CONRAD, 1976; THONPSON e WERNER, 1976). Animais severamente afetados podem consumir vários objetos e solo, embora tais sintomas possam ser confundidos com os de outras deficiências nutricionais ou problemas de manejo. Em prolongada deficiência de fósforo, os níveis de fósforo inorgânico do sangue são reduzidos (CONRAD, 1976).

Um dos mais sensíveis e satisfatórios critérios diagnóstico de deficiência de fósforo, em bovinos, é o declínio dos níveis de fósforo inorgânico do sangue, os quais dependem diretamente da quantidade desse elemento recebido através da alimentação (BARISSON VILLARES e SILVA, 1956; UNDERWOOD, 1966; FICK *et alii*, 1976), desde que, ao contrário do cálcio, o fósforo não é mobilizado rapidamente dos ossos, e por isso seu teor no sangue diminui, caso não seja suprido suficientemente pela dieta. Seu nível no sangue constitui, pois, a primeira indicação de sua deficiência (DUNCAN, 1958; THONPSON e WERNER, 1976).

A deficiência de fósforo nas pastagens se reflete nos teores desse mineral no sangue, mesmo quando ela é insuficiente para provocar manifestações clínicas. Assim, os teores de fósforo no sangue variam de acordo com as condições climáticas e as estações do ano. No período da seca, época de plantas forrageiras maduras, fósforo é suprido em menor quantidade que na estação de pastagens verdes, tenras e suculentas, e além disso é de forma menos assimilável (fitina) (BARISSON VILLARES e SILVA, 1956; TOKARNIA *et alii*, 1970; THOMPSON e WERNER, 1976). GOMIDE (1976) relata que os teores de fósforo diminuem com o avanço da idade e/ou desenvolvimento da planta. Devido à elevação da proporção de caule para folha, com a maturação cai a capacidade da planta absorver mineral do solo, agravando ainda mais a disponibilidade mineral.

Valores consistentemente abaixo de 4,5 mg de fósforo inorgânico por 100 ml de soro sanguíneo, em bovinos, são altamente sugestivos de sua deficiência. A variação normal, nesses animais, é de 4,5 - 6,5 mg por 100 ml de soro. Contudo, flutuações fora dessas médias não são incomuns; animais jovens apresentam níveis mais elevados que os adultos (UNDERWOOD, 1966). CHICCO e FRENCH (1959) e FRENCH e CHICCO (1961 b) consideram que bovinos afetados por deficiência de fósforo apresentam sangue com teores menores que 3,5 mg de fósforo inorgânico por 100 ml. Para CONRAD (1976) e THOMPSON e WERNER (1976) níveis de fósforo inorgânico no plasma abaixo de 4-6 mg e 6-8 mg por 100 ml, em ruminantes adultos e jovens, respectivamente, são indicativos de deficiência desse elemento. Segundo CONRAD e SOUZA (1976), decréscimos nos níveis normais de fósforo inorgânico no soro (6 mg e 6-8 mg por 100 ml, em animais adultos e jovens,

respectivamente) constituem medida biológica muito sensível na determinação de deficiência de fósforo.

O sangue total, o soro e o plasma tem teores diferentes de fósforo e diferente oscilação em consequência dos diversos fatores de variação. *ALEXANDER et alii* (1958) observaram maiores níveis de fósforo inorgânico no soro do que no sangue total em bovinos machos Hereford (8,00 e 5,24 mg por 100 ml) e Angus (8,15 e 5,47 mg por 100 ml). Em gado leiteiro, *MYLREA e BAYFIELD* (1968) encontraram resultados semelhantes, e determinaram a equação de regressão Y (fósforo no soro) = $0,46 + 1,25X$ (fósforo no sangue total) com valor de $R = 0,9$. *DAYRELL et alii* (1973 a) também constataram que a concentração de fósforo inorgânico no soro é maior do que no sangue total. A equação para a conversão aproximada dos valores de fósforo inorgânico do soro para os do sangue total pode ser expressa como Y (fósforo no soro) = $1,38 + 1,07 X$ (fósforo no sangue total), com valor de $R = 0,95$. O teor de fósforo inorgânico no plasma é também menor que no soro. Neste caso, a equação Y (fósforo no plasma) = $-0,440 + 0,970 X$ (fósforo no soro), com valor de $R = 0,98$, pode ser utilizada para a conversão aproximada desse elemento no soro para se estimar seu teor no plasma.

Na América Latina, provavelmente, a mais importante perda econômica provocada por minerais é devida à diminuição da eficiência reprodutiva causada por fósforo, elemento carente nas plantas forrageiras (*FICK et alii*, 1976). Na Venezuela, *CHICCO e FRENCH* (1959), relataram a ocorrência de pastagens com baixo teor de fósforo. Os animais, sob essas condições, apresentam anorexia, perversão do apetite, fragilidade dos os-

sos, crescimento e desenvolvimento anormais, e baixo índice de fertilidade, constituindo um sério problema na exploração de gado bovino naquele país. Trabalhos realizados no Panamá, Uruguai e Perú, citados por *FICK et alii* (1976), relataram que a suplementação de fósforo aos bovinos, ou a fertilização das pastagens possibilitou aumentos na taxa de crescimento e no desempenho reprodutivo desses animais.

No Brasil, a deficiência de fósforo é, sem dúvida, a deficiência mineral que mais afeta os bovinos (*TOKARNIA e DÖBEREINER, 1976*). Alguns trabalhos foram efetuados visando detectar sua ocorrência no país. *GIÖVINE (1943)*, em Minas Gerais, determinou os níveis de fósforo inorgânico no soro de 24 bovinos que apresentavam características de deficiências minerais. O nível de fósforo de todos os animais mostraram média de 2,3 mg por 100 ml de soro, com variação de 1,4 - 2,9 mg%. A administração de mistura mineral rica em fósforo foi eficiente no desaparecimento dos sintomas de deficiência a partir de um mês do fornecimento. Também, em Minas Gerais, *MENICUCCI SOBRINHO (1943)* mediu os teores de fósforo inorgânico no sangue de 98 bovinos, e constatou que apenas 39,6% dos animais apresentavam níveis superiores a 3,5 mg por 100 ml, valor considerado normal pelo autor. A média geral encontrada foi de 3,1 (1,3 - 5,0) mg por ml de sangue. O trabalho relata que a maioria dos solos de Minas Gerais, Estado onde foram coletados os dados, apresenta teores baixos de P_2O_5 , o mesmo ocorrendo com os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Pernambuco. Em consequência, as pastagens que vegetam nesses solos são deficientes em fósforo, o que se reflete nos animais, causando graves transtornos. Segundo o autor, essa carência será observada no re-

banho de todo o Brasil devido a deficiência desse elemento no solo e nas forragens de todo o país.

No Estado de São Paulo, *BARISSON VILLARES e SILVA (1956)* efetuaram um levantamento dos teores de fósforo inorgânico no sangue de vacas raça Guzerá, em pastagens. Os níveis encontrados oscilam durante os vários meses no ano, descrevendo uma curva rítmica com um segmento normal com média de $5,19 \pm 1,41$ mg por 100 ml de sangue e outro carencial com média de $3,30 \pm 1,05$ mg por 100 ml. A média geral de um ano foi $4,17 \pm 1,56$ mg%, devendo-se considerar que o nível mínimo normal é de 4 mg/100 ml. O trabalho mostra um tipo de carência estacional, onde os períodos de normalidade correspondem aos das chuvas estivais e os períodos de carências à estação seca invernal. Embora o experimento considerado houvesse sido conduzido em solo rico nesse elemento, houve nível crítico nos animais. Os autores interpretaram o fato como sendo consequência de níveis elevados de alumínio e ferro no solo, sob condição de baixa precipitação de chuvas.

No Piauí, segundo *TOKARNIA et alii (1970)*, o gado bovino crioulo apresenta pequena estatura, desenvolvimento lento e as carcaças atingem em média 120 kg. As vacas dão cria tardiamente e de 2 em 2 anos. No período de lactação, o estado geral decai, a recuperação é muito lenta, e a produção de leite é insignificante. O esqueleto é frágil, ocorrendo frequentes fraturas. Os animais apresentam pelos ásperos e sem brilho, e perversão do apetite. Amostras de sangue desses animais revelaram deficiência de fósforo. Os níveis de fósforo inorgânico no soro sanguíneo de 51 bovinos amostrados apresentaram média de $4,1 \pm 0,3$ mg por 100 ml, com 50% dos valores inferiores a 4 mg%, o que indica deficiência de fósforo. Seis

animais testemunhas, de áreas vizinhas, desprovidos dos sintomas citados, apresentaram média de $6,3 \pm 0,9$ mg de fósforo inorgânico por 100 ml de soro sanguíneo. Os autores ressaltam a significância dos baixos níveis constatados, pois as coletas e determinações foram procedidas em época de chuva e de pastagem abundante.

GUIMARÃES e NASCIMENTO (1971), na Ilha de Marajó, Pará, relataram aumentos significativos na porcentagem de nascimento de bezerros com a administração de farinha de ossos (72% contra 49% do controle), caracterizando deficiência de fósforo naquele Estado.

Levantamento sobre os teores de fósforo inorgânico no soro de bovinos mestiços (zebu), em cerrados de Minas Gerais, foi conduzido por *LOPES et alii (1972)*. Em três categorias de bovinos: vacas em lactação, novilhas (1,5 - 2,5 anos) e bezerros (1 - 1,5 anos), foram constatados os níveis de 2,22; 3,13 e 4,98 mg por 100 ml de soro, respectivamente. Um mês após a administração, à vontade, de farinha de ossos, esses valores atingiram a 5,04; 6,14 e 6,26 mg%. As análises das forragens e do solo mostraram baixos teores de fósforo.

DAYRELL et alii (1973 b) determinaram os níveis de fósforo inorgânico no soro de bovinos com 12 a 18 meses de idade, criados em regime extensivo, em quatro regiões dos cerrados de Brasília. Foi observada oscilação nos níveis de fósforo sérico durante o ano, sendo que os valores mais baixos coincidiram com a época seca, inverno. Os valores médios mensais mais elevados variaram de $6,26 \pm 0,61$ a $7,87 \pm 0,90$ mg por 100 ml de soro. Os animais que apresentaram esses níveis não receberam suplementação fosfórica especial, e mostravam bom estado de nutrição durante as

diferentes estações do ano. Os valores mais baixos nas médias mensais variaram de $3,12 \pm 0,51$ a $6,40 \pm 0,96$ mg%. Na região onde foram encontra- dos esses níveis, os bovinos apresentavam um histórico de deficiência a- centuada de fósforo. Nas duas outras regiões amostradas, os bovinos reve- laram teores médios mensais variando de $5,22 \pm 0,54$ a $7,73 \pm 0,65$ e $5,16 \pm 0,46$ a $6,62 \pm 0,54$ mg%. A esses valores intermediários, segundo os au- tores, correspondem informações históricas locais, que indicam deficiên- cia moderada de fósforo naquelas regiões.

Têm sido feitas pesquisas para medir os efeitos da dieta sobre as concentrações de fósforo inorgânico no sangue. Segundo *REID et alii* (1948), a dieta pareceu não alterar os teores de fósforo inorgânico no plasma de bovinos holandeses. As dietas foram constituídas de concen- trado simples (milho e farelo de glútem de milho, constituindo a maior parte, com 12% de PB e 64% de ENN) e concentrado complexo (vários consti- tuíntes com 22% de PB e 49% de ENN). Algumas tendências foram observadas as quais podem estar associadas à idade. Os valores médios de fósforo decresceram de 8,26 a 7,16 mg por 100 ml de plasma nos animais com 18-21 e 30-33 meses de idade, respectivamente, sob a ração simples de concentra- do. O grupo de bovinos que recebeu a ração complexa apresentou valores de 7,56 e 7,34 mg de fósforo por 100 ml de plasma aos 18-21 e 30-33 me- ses de idade, respectivamente.

BOHMAN e WADE (1958) relataram que a suplementação de 5 a 10% de gordura à dieta, mantendo-se constante o nível de energia, tempora- riamente provocou decréscimos nos níveis de fósforo inorgânico do plasma de novilhos Hereford. Em engorda, semelhantes resultados foram obtidos

por *BOHMAN et alii* (1959), estudando influência de fontes de proteína (alfafa e torta de algodão) e adição de gordura (454 g/cab/dia) em ração de bovinos de corte, em crescimento. Não foi constatada influência da fonte de proteína sobre os níveis de fósforo inorgânico do plasma. *STUFFLEBEAM et alii* (1969) observaram que os níveis de fósforo no soro sanguíneo de bovinos alimentados com ração de baixo nível energético foram significativamente superiores aos dos alimentados com rações de médio e alto nível de energia. *COHEN* (1975) reportou que dietas baixas em energia e proteína interferem sobre a absorção e retenção de fósforo. Os minerais ferro, magnésio, alumínio, potássio, zinco e enxofre exercem esse mesmo efeito sobre o fósforo. O conteúdo de proteína das forragens diminui ao mesmo tempo que o de fósforo, de modo que em áreas deficientes em fósforo podem ocorrer deficiências de proteína, bem como de energia, agravando ainda mais o estado nutricional (*UNDERWOOD, 1966*).

A idade exerce influência sobre os níveis de fósforo inorgânico do sangue. *PAYNE et alii* (1946) encontraram diferentes níveis de fósforo inorgânico no soro de bovinos Hereford de diferentes idades. Os teores para tourinhos, touros, novilhas e vacas foram 7,30; 4,76; 5,07 e 4,89 mg por 100 ml de soro, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por *SALEM e REDA* (1955), no soro de bovinos da raça egípcia Balady e de mestiços Shorthorn. Os bovinos egípcios apresentaram teores de 6,6 e 7,8 mg de fósforo por 100 ml de soro com 3-7 anos e 1-12 semanas de idade, respectivamente. Mestiços Shorthorn revelaram valores de 6,4 e 8,0 mg% com 4-6 anos e 1 semana de idade, respectivamente. *PATEL et alii* (1966), em bovinos Gir, encontraram teores de 8,9; 7,9; 7,7 e 6,6 mg

de fósforo por 100 ml de soro em bezerros de 2 a 5 meses, tourinhos de 12 a 15 meses, vacas e touros, respectivamente. *MITHUJI et alii* (1966), em bovinos Kankrej, *MYLREA e BAYFIELD* (1968), em bovinos de raças leiteiras, *DAYRELL et alii* (1972), em bovinos azebuados e da raça holandesa, e *LOPES et alii* (1972), com bovinos mestiços (zebu), também encontraram diminuição das concentrações de fósforo inorgânico com o avanço da idade.

Têm sido feitas comparações dos teores de fósforo inorgânico sanguíneo em diferentes raças. Segundo *JOHNSON* (1938) o nível de fósforo inorgânico do sangue de bovinos leiteiros não foi influenciado pela raça. *RUSOFF et alii* (1954) não encontraram diferenças marcantes nos níveis de fósforo inorgânico no plasma de touros ($\pm$ 6,5 anos de idade) das raças Jersey, Guernsey e Holstein (4,55; 4,86 e 4,51 mg%, respectivamente). *ALEXANDER et alii* (1958) relataram maiores níveis de fósforo inorgânico no soro de bovinos da raça Angus que em Hereford (machos: 8,16 e 8,0 mg%; fêmeas: 8,44 e 8,05 mg%). *DAYRELL et alii* (1972) também encontraram diferenças nos teores de fósforo inorgânico no soro de bovinos de raça holandesa e mestiços azebuados (6,08; 7,10 e 6,80 mg% em vacas, novilhos e bezerros holandeses, e 4,95; 6,60 e 7,83 mg% em vacas, novilhos e bezerros mestiços azebuados).

Alguns estudos têm sido feitos para determinar o relacionamento entre os constituintes do sangue de bovinos. *PAYNE et alii* (1946) encontraram coeficientes de correlação significativos entre os teores de cálcio e fósforo no soro de bovinos Hereford (-0,39 e -0,25, em tourinhos e novilhas, respectivamente). *ALEXANDER et alii* (1958) encontraram correlação significativa (0,39) dos níveis de fósforo inorgânico no soro com

os do sangue. *BARNES e JEPHCOTT (1959)* não encontraram correlação significativa entre os teores de fósforo inorgânico no soro e as taxas de hemoglobina do sangue, em fêmeas bovinas. Resultados semelhantes foram encontrados por *HEYNS (1971)* em estudos dos relacionamentos entre os mesmos constituintes do sangue de novilhos "Afrikaner" de aproximadamente 15 meses de idade.

2.2. Cálcio

Cálcio é essencial na formação e manutenção dos ossos, importante no desenvolvimento e manutenção dos dentes, necessário à coagulação normal do sangue e nas contrações dos músculos cardíacos e lisos, estimula a transmissão dos impulsos nervosos para manter uma excitabilidade muscular normal, participa da regulação das batidas cardíacas juntamente com os ions de potássio e sódio, atua como ativador ou estabilizador de enzimas, necessário para a secreção de alguns hormônios, e é essencial para a secreção normal do leite (*Beeson et alii*, citados por *THOMPSON e WERNER, 1976*). Cálcio está intimamente ligado ao fósforo no desenvolvimento de ossos, no crescimento e nos processos de produção. Em consequência, não só o animal necessita de quantidades suficientes desses nutrientes, mas eles devem manter certa proporção entre si. Seu aproveitamento orgânico eficiente é ainda condicionado por suprimento adequado de vitaminas, proteína, energia e outros nutrientes (*THOMPSON e WERNER, 1976*).

A deficiência de cálcio, ao contrário da de fósforo, é rara em animais em pastoreio, pois, conforme *UNDERWOOD (1966)* relata, isto é devido a que: (1) a maioria das espécies vegetais possui, em suas folhas e caules, concentrações suficientes de cálcio; (2) solos deficientes

em cálcio são menos frequentes que os deficientes em fósforo; e (3) o cálcio nos vegetais não diminui com a maturação, como ocorre com o fósforo. Deficiência de cálcio ocorre com mais frequência em gado de corte que recebe rações a base de grãos, com altos níveis de energia, acarretando decréscimos de ganho de peso, digestibilidade baixa dos nutrientes, baixos níveis de cálcio no sangue, ossos quebradiços e, em alguns casos, tetânia (THOMPSON e WERNER, 1976). Em vacas leiteiras de altas produções, a deficiência de cálcio é mais agravada, devido as suas maiores exigências nesse mineral (UNDERWOOD, 1966).

O nível de cálcio do sangue juntamente com o de fósforo, são importantes indicadores do estado de nutrição dos animais (PATEL *et alii*, 1966). A deficiência de cálcio provoca diminuição nos níveis de cálcio no soro sanguíneo. Entretanto, os mecanismos reguladores desse elemento são mais eficientes que os de fósforo e outros minerais (UNDERWOOD, 1966; CONRAD e SOUZA, 1976) e o soro ou plasma tem valor limitado na indicação do nível de cálcio do animal (FICK *et alii*, 1976). Mesmo assim, tem sido observada uma diminuição significativa do cálcio sérico, como resposta à deficiência de cálcio na dieta (UNDERWOOD, 1966).

MOXON *et alii* (1947) encontraram o teor médio de 9,9 mg de cálcio por 100 ml de plasma, enquanto DAVIS *et alii* (1958), 10,8 mg de cálcio por 100 ml de soro, em bovinos de corte. A variação normal de cálcio no soro sanguíneo de bovinos é de 9-12 mg% (UNDERWOOD, 1966). No plasma, a variação normal é de 9-11 mg% (HAYS e SWENSON, 1975). CUNHA *et alii* (1976) indicam que a variação normal de cálcio no plasma de bovinos é de 10-12 mg por 100 ml, sendo os níveis abaixo de 8 mg por 100 ml indi-

cativos de deficiência.

Têm sido efetuados trabalhos visando constatar os níveis de cálcio sanguíneo nas diferentes raças bovinas. Tourinhos da raça Gir, na Índia, revelaram teor de 10,2 mg de cálcio por 100 ml de soro sanguíneo (PATEL *et alii*, 1966). Na raça Kankrej, MITHUJI *et alii* (1966) encontraram o nível médio de 10,75 mg de cálcio por 100 ml de soro. REDA e SALEM (1954) encontraram níveis diferentes de cálcio no soro de bovinos mestiços Shorthorn e egípcios (8,5 e 9,2 mg por 100 ml, respectivamente). RUSSOFF *et alii* (1954) encontraram níveis idênticos de cálcio no plasma de touros das raças Jersey, Guernsey e Holstein (10,47; 10,21 e 10,26 mg por 100 ml, respectivamente). Nas raças Jersey, Guernsey e Schwytz, COSTA CRUZ *et alii* (1966) relataram os teores médios de 10,88; 11,65 e 10,60 mg de cálcio por 100 ml de soro, respectivamente. MYLREA e BAYFIELD (1968) concluíram que a raça e idade não interferem nos níveis de cálcio do soro. DAYRELL *et alii* (1972) também relataram semelhança nos teores de cálcio no soro de diferentes raças bovinas, e que eles declinam com a idade do animal.

Estudos sobre os relacionamentos entre dieta e teores de cálcio sanguíneo, em bovinos, têm sido feitos. REID *et alii* (1948), estudando os efeitos de duas dietas (concentrado simples e complexo) sobre o nível de cálcio no plasma de novilhos Holstein relataram que a dieta não pareceu alterar os níveis de cálcio do plasma. Algumas tendências foram observadas, e relacionadas com a idade. Os níveis de cálcio tenderam a aumentar com a idade (9,08 para 11,58 mg por 100 ml de plasma, aos 18-21 meses e 30-33 meses de idade, respectivamente). BOHMAN *et alii* (1959)

reportaram que o teor de cálcio no plasma de tourinhos de corte não foi influenciado por suplementação de gordura ou proteína. Por outro lado, *STUEFLEBEAM et alii* (1969) observaram que o efeito do consumo da dieta de alto, médio e baixo nível de energia aos 105 dias refletiu em teores de cálcio no soro significativamente maiores apenas para nível alto de energia; porém, aos 205 dias houve não só significância do nível mais elevado em relação aos demais como também do nível médio em relação ao baixo. *LISTER et alii* (1971), estudando os efeitos de duas rações pré-pasto (feno de baixa qualidade à vontade, e feno de baixa qualidade à vontade mais 2,3 kg/cab/dia de cevada em flocos) e três tratamentos na pastagem (pastagem somente, pastagem mais feno de baixa qualidade à vontade, e pastagem mais feno de baixa qualidade à vontade mais 1,4 kg/cab/dia de cevada em flocos) sobre os níveis de cálcio no plasma de novilhos Hereford, encontraram marcante diminuição nos níveis de cálcio no plasma quando os novilhos foram colocados em pastagem. Os níveis de cálcio no plasma dos animais consumindo as rações pré-pasto não diferiram, bem como os dos que consumiram as rações suplementares da pastagem. Os níveis de cálcio nos novilhos foram de 10,68 mg% no período pré-pasto, e de 10,15 mg% no 1º dia sobre pastagem, diminuindo sensivelmente a partir do 2º dia, quando os valores médios foram de 7,40 mg%. Esses teores não retornaram aos níveis de pré-pasto até o final do ensaio (21 dias).

2.3. Cobre

Anemia, redução no crescimento, perda de peso, despigmentação e perda de pelos, redução na performance reprodutiva, distúrbios gas-

trointestinais, anormalidades ósseas, ataxia neonatal e problemas cardiovasculares, estão associados a deficiência de cobre e respondem positivamente a terapia de cobre (*BECKER et alii*, 1946; *CHAPMAN JR. et alii*, 1962; *BINGLEY e CARRILLO*, 1966; *UNDERWOOD*, 1966; *WIERNER et alii*, 1969; *SILVA*, 1976). Por outro lado, o excesso de cobre pode ocasionar envenenamento e até morte. Isto é provavelmente devido a que o fígado é capaz de reter grandes quantidades de cobre, mesmo com ingestão acima das necessidades, não tendo aparentemente um mecanismo de controle de absorção ou armazenamento, ao atingir a níveis elevados, é liberado na corrente sanguínea, provocando envenenamento até fatal (*CHAPMAN JR. et alii*, 1962; *UNDERWOOD*, 1966; *HOGAN et alii*, 1968; *CHURCH*, 1971). Esse efeito nocivo pode ser diminuído através do fornecimento de molibdênio e ion sulfato (*PIERSON e AANES*, 1958; *HOGAN et alii*, 1968). Além desse efeito tóxico, o excesso de cobre na dieta reduziu a digestibilidade da celulose, conforme ensaios "in vivo" e "in vitro" conduzidos por *EVANS e DAVIS* (1966). Esta redução foi atenuada por adição de enxôfre.

Em diversas partes do mundo, a deficiência de cobre constitui um problema em nutrição animal, interferindo intensamente sobre a produção pecuária (*UNDERWOOD*, 1966). Na América Latina, após o fósforo, o cobre constitui a mais séria limitação à criação de bovinos em pastagem, devido a sua baixa concentração nas forragens. Trabalhos realizados em inúmeros países têm comprovado esse fato (*FICK et alii*, 1976). No Brasil, *TOKARNIA et alii* (1960; 1968; 1971) relataram deficiência de cobre em bovinos nos Estados do Maranhão, Piauí, Pará, Ceará, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Mato Grosso e Territórios Federais de Roraima e Amapá.

As deficiências minerais são prevenidas ou superadas pela suplementação mineral das rações. A quantidade a ser suplementada, entre tanto, não pode ser bem definida por causa da grande variação quantitativa e qualitativa do mineral contido nas forragens, devido a variação na disponibilidade tanto do solo para a planta quanto na própria planta com o decorrer do seu ciclo (*IVAN e GRIEVE, 1975; PAMP et alii, 1976*). *BECKER et alii (1946)* encontraram teor de 3,82 ppm de cobre em solos de regiões onde ocorria anemia em bovinos, enquanto *HARVEY (1952)* observou deficiência de cobre em ruminantes que pastavam forragens com 2,5 a 5,0 ppm de cobre na M.S.

Deficiência de cobre pode ainda ser consequência de outros fatores. Presença de molibdênio em forragem interfere no metabolismo de cobre. Ward, citado por *MC DOWELL e CONRAD (1977)* considera a deficiência de cobre em 4 grupos, em que o alimento contém: (1) alto nível de molibdênio (mais que 20 ppm); (2) baixo cobre mas significantes quantidades relativas de molibdênio (isto é, relação de 2:1); (3) deficiente em cobre (menos que 5 ppm); e (4) cobre normal e baixo molibdênio, com altos níveis de proteína solúvel. Altos consumos de proteína solúvel aumentam as quantidades de sulfito no rúmen, resultando em sulfito de cobre (forma não disponível). Na Flórida, animais pastando forragens de solos com alto teor de molibdênio apresentaram hipocuprose (*BECKER et alii, 1965*). A relação do cobre com o molibdênio e com sulfatos; ingestão excessiva de zinco e de carbonato cálcico, e de outros componentes da dieta, também exercem influência sobre o estado de cobre do animal, caracterizando a deficiência condicionada desse elemento (*UNDERWOOD, 1966*). Na Argentina,

BINGLEY e CARRILLO (1966) observaram que bovinos em pastagens com 6 a 11 ppm de cobre, 3 a 27 ppm de molibdênio e 0,27 a 0,63% de sulfato inorgânico, apresentaram pelos despigmentados, diarréia, e nível baixo de cobre no fígado (10 ppm). Na Inglaterra, sob condições de pastejo, os animais passaram a apresentar baixos níveis de cobre no sangue (0,1-0,7 µg por ml), sendo considerado normal o nível de 0,8 µg por ml. Análises de solo e de pastagem mostraram teores normais de cobre, porém, os níveis de molibdênio acima daqueles observados em locais onde não ocorriam deficiências de cobre (THORNTON *et alii*, 1972). STANDISH *et alii* (1969) relataram diminuição de cobre no plasma e no fígado de novilhos de corte, quando foi aumentado o nível de ferro da dieta. Resultados idênticos foram encontrados por CAMPBELL *et alii* (1974). IVAN e GRIEVE (1975) observaram marcada redução nas concentrações de cobre no fígado de bovinos, pela adição de zinco à ração, e pequeno aumento quando foi adicionado manganês.

Pelo fato dos animais serem capazes de armazenar grandes reservas de cobre no fígado, a determinação de cobre hepático é o melhor critério para se medir o nível desse mineral no animal. Contudo, pela maior facilidade da coleta de amostras, determinação de cobre no sangue tem sido mais frequentemente utilizada. O nível de cobre do plasma pode indicar deficiência, mas não reflete as reservas de cobre do fígado (HARTMANS, 1974). Entretanto, níveis de 0,5 µg por ml no plasma, ou menos, são indicativos de baixos teores desse elemento no fígado (CLAYPOOL *et alii*, 1975).

A variação normal de cobre no plasma de bovinos é de 0,5 a 1,5 µg por ml. No soro sanguíneo, a concentração normal é de 0,8 a 1,2 µg por ml. Valores consistentemente abaixo de 0,6 µg por ml indicam defi-

ciência simples ou condicionada desse mineral (*UNDERWOOD, 1966; 1971*). A concentração de 0,6 a 0,75 µg de cobre por ml de plasma é considerada deficiência leve, enquanto níveis abaixo de 0,4 µg por ml constitui índice de deficiência. Os valores críticos do soro podem ser estimados pela multiplicação dos valores anteriores por 0,85 a 0,90 (*COMMITTEE ON MINERAL NUTRITION, 1973. DAVIS et alii (1958)*), em estudos com gado de corte na Flórida, durante dez anos, relataram média de 0,6 a 1,6 µg de cobre por ml de soro. Segundo *MYLREA e BAYFIELD (1968)* os teores de cobre no soro são menores que os encontrados no sangue. A correlação entre os níveis do soro e sangue foi baixa não indicando relacionamento.

MITHUJI et alii (1966) observaram que os níveis de cobre no sangue de animais jovens da raça Kankrej na Índia eram superiores aos de animais adultos. *MATRONE et alii (1947)* constataram teores de 0,9 e 0,11 µg por ml de soro em bezerros e vacas, respectivamente. Não foram observadas diferenças nos níveis do mineral no soro para diversas raças envolvidas (Ayrshire, Holstein, Guernsey e Jersey). Não houve correlação entre os teores de cobre e ferro no soro.

2.4. Ferro

Ferro tem função fisiológica bem conhecida no organismo animal, pela sua participação na estrutura química da hemoglobina, mioglobina, compostos ferropirínicos e enzimas óxido-redutoras - como catalases e peroxidases - desempenhando portanto, papel importante nas oxidações bio

lógicas (*UNDERWOOD, 1971*). Cerca de 65% do total de ferro do organismo encontra-se na hemoglobina, 3% na mioglobina e, aproximadamente 25% em formas de armazenamento como ferritina e hemosiderina que são encontradas na medula óssea, no fígado, pâncreas e em outros tecidos (*THOMAS, 1970*).

Deficiência de ferro é considerada rara em ruminantes em pastoreio, devido às concentrações adequadas desse elemento nas pastagens e às contaminações das plantas com solo. Somente em circunstâncias que envolve perdas crônicas de sangue ou distúrbios no metabolismo de ferro como consequência de infestação parasitária ou de doença, é que a deficiência pode ocorrer (*UNDERWOOD, 1966; 1971; CONRAD e SOUZA, 1976; MC DOWELL et alii, 1976; MC DOWELL e CONRAD, 1977*). Mesmo durante o período de aleitamento, deficiência de ferro não é provável ocorrer, a menos que dietas exclusivas de leite sejam fornecidas por período anormalmente longo, quando então pode ocorrer anemia (*MC DOWELL et alii, 1976*). Anemia provocada por dietas de leite (pobre em ferro) pode ser prevenida pela aplicação de ferro em doses de 400 mg a cada 14 dias, durante os primeiros meses de vida, além de favorecer o desenvolvimento normal dos bezerros (*BOTERO e FRANCO, 1972*).

Consumo prolongado de forragem de baixa qualidade, como palha, pode induzir a deficiência de ferro. Segundo *SEN e RAY (1964)* suplementação de ferro nessas circunstâncias não só proporcionou menor perda de peso a vacas em lactação como maiores ganhos de peso aos seus bezerros em aleitamento. Suplementação de ferro deve ser utilizada para animais em pastoreio quando a forragem contém menos que 100 ppm de ferro na M.S. e/

ou insetos e parasitas estão provocando perda de sangue nos animais (MC DOWELL e CONRAD, 1977).

Deficiência de ferro, segundo UNDERWOOD (1966; 1971), provoca crescimento lento, letargia, palidez nas membranas das mucosas visíveis, aumento dos ritmos cardíacos e respiratórios, redução da resistência a doenças, e até morte. Deficiência de ferro provoca anemia microcítica hipocrômica, e os teores de ferro no soro mostram-se baixos. Dieta insuficiente de ferro pode reduzir as reservas de ferro do corpo, bem como o ferro do plasma e os níveis de hemoglobina do sangue (THOMAS, 1970).

Na América Latina, FICK *et alii* (1976) relataram ocorrência de deficiência de ferro no Brasil, Costa Rica e Panamá.

A concentração normal de ferro no soro sanguíneo de bovinos é de 100-200 µg por 100 ml (UNDERWOOD, 1966). No plasma, segundo HAYS e SWENSON (1975), a variação normal é de 100-300 µg por 100 ml. MATRONE *et alii* (1947) encontraram valores similares de ferro, em média 161,5 µg por 100 ml, no soro de bovinos das raças Ayrshire, Holstein, Guernsey e Jersey.

Baixos níveis de hemoglobina e hematócrito não são indicativos sensíveis de estádios iniciais de deficiência de ferro, porque eles só ocorrem quando as reservas desse elemento estão severamente reduzidas (CONRAD e SOUZA, 1976; MC DOWELL *et alii*, 1976). Em condições práticas, constatação da deficiência de ferro pode ser obtida pela saturação de transferrina (< 13 a 15%) e através dos níveis de hemoglobina (Mc Dowell, citado por MC DOWELL *et alii*, 1976).

Têm sido demonstradas interações significativas entre ferro e cobre, zinco, cádmio e manganês, afetando os requerimentos de ferro em animais domésticos (*UNDERWOOD, 1971*). Bovinos alimentados com doses altas de manganês tiveram diminuídas suas reservas de ferro (*THOMAS, 1970*).

2.5. Hemoglobina

Hemoglobina é constituída por proteína conjugada composta de um pigmento que contém ferro (ferrohemo), e uma proteína, a globina (*UNDERWOOD, 1971*).

A importância da hemoglobina no sistema de transporte de oxigênio é reconhecida há bastante tempo. Por ocasião da passagem dos glóbulos vermelhos pelos capilares pulmonares, a hemoglobina combina-se com o oxigênio formando oxi-hemoglobina a qual posteriormente cede seu oxigênio aos tecidos. A hemoglobina deve esse poder de transportar oxigênio ao pigmento que contém, e este, por sua vez, ao conteúdo de ferro (*SWENSON, 1975*). Essa função torna a hemoglobina parte integrante do sistema metabólico dos mamíferos e é de interesse em estudos de fisiologia de crescimento e desenvolvimento (*ROUBICEK et alii, 1968*).

A variação normal de hemoglobina no sangue de bovinos, segundo *UNDERWOOD (1966; 1971)* e *SWENSON (1975)*, é de 11-12 g por 100 ml. *FRENCH e CHICO (1961 a)* consideram 8 g por 100 ml de sangue como sendo o limite inferior abaixo do qual existe possibilidade de deficiência. Em bovinos de corte, na Flórida, *DAVIS et alii (1958)* encontraram a média de 10,7 g%, em observações durante o período de dez anos. *LUITING (1962)*, também em novilhos de corte, encontrou os teores de 14,02; 14,68 e 14,31

g%, com 1,2 e 3 anos de idade, respectivamente.

As quantidades médias de hemoglobina no sangue de diferentes raças de corte e leiteiras têm sido objeto de vários trabalhos. *RANGEL (1952)* relatou teores de 12,6 e 12,3 g% em bovinos Indubrasil e Gir, respectivamente. Na raça Kankrej, *MITHUJI et alii (1966)* encontraram o teor médio de 11,8 g%. *DOORNENBAL (1977)* reportaram teores de 14,8; 14,5; 14,1; 14,0; 14,4; 14,4; 14,1; 14,5 e 14,1 g%, respectivamente, em Shorthorn, Charolês, Simental, Limousin, Red Angus, Beefmaster, Brown Swiss, Chianica e Jersey. *MC CAY (1931)*, *BROOKS e HUGHES (1932)* e *MATRONE et alii (1947)* não encontraram diferenças nos teores de hemoglobina das raças Ayrshire, Holstein, Guernsey e Jersey. *RUSOFF et alii (1954)* também não encontraram diferenças significativas no teor de hemoglobina em Jersey, Guernsey e Holstein (11,6; 12,2 e 11,6 g%, respectivamente) e *PENNY e SCOTFIELD (1966)* verificaram semelhança em teor de hemoglobina nas raças Hereford, Shorthorn, Charolesa, Guernsey, Ayrshire e Friesian (13,3; 13,9; 13,1; 12,9; 13,5 e 13,9 g%, respectivamente). Por outro lado, *BYERS et alii (1952)* encontraram diferenças significativas entre Jersey e Holstein (11,3 e 10,6 g%, respectivamente) e *PRICE et alii (1957)*, *ALEXANDER et alii (1959)* e *Mc DONALD et alii (1956)* relataram maiores teores na hemoglobina em bovinos machos Angus que em Hereford.

Trabalhos sobre os relacionamentos entre o nível da dieta e os teores de hemoglobina do sangue de bovinos têm sido feitos por inúmeros pesquisadores. *MC CAY (1931)* relatou que três níveis de proteína na ração (alto, médio e baixo) não influenciaram sobre os níveis de hemoglobina em bovinos Holstein, Ayrshire, Guernsey e Jersey. Em gado zebuino,

KEHAR e MURTY (1945) observaram reduzida concentração de hemoglobina quando os animais foram alimentados com rações baixas em proteína. BEDRAK et alii (1956), BEDRAK et alii (1957) e BOHMAN et alii (1959) relataram que a diminuição do nível de proteína da ração promoveu redução significativa nos teores de hemoglobina do sangue de bovinos de corte. MEACHAM et alii (1964) também relataram diminuído teor de hemoglobina em bovinos consumindo rações com baixos teores de proteína. Contudo, concluíram que as diferenças encontradas não deveriam ser atribuídas somente a deficiência de proteína, desde que a ração baixa em proteína provocou redução no consumo de alimentos criando uma condição de deficiência múltipla envolvendo energia, vitaminas, minerais e outros fatores. REID et alii (1948) estudando os efeitos de duas dietas (concentrado simples e complexo) sobre os teores de hemoglobina em novilhos Holstein concluíram que a dieta pareceu não alterar os níveis de hemoglobina do sangue. BRATTON et alii (1959) não observaram modificações na hemoglobina do sangue quando bovinos foram alimentados com rações de baixo nível energético. Segundo BARNES e JEPH-COTT (1959), as condições estacionais têm efeito marcante sobre os níveis de hemoglobina, e que isto pode ser explicado pela variação do valor nutritivo das pastagens sob as diferentes estações do ano. ROUBICEK et alii (1968) concluíram que a possível causa do declínio dos níveis de hemoglobina seria a severa redução no consumo de energia e proteína na estação de inverno. STUFFLEBEAM et alii (1969), estudando os efeitos de três níveis de energia (alto, médio e baixo) sobre o teor de hemoglobina no sangue de bovinos de corte, observaram que baixo consumo de energia promoveu valores significantemente menores de hemoglobina, quando comparados com médio e alto consumo. Por outro lado, EL-SABBAN et alii (1971) con-

cluíram que rações com alto nível de energia não afetaram significativamente os teores de hemoglobina em novilhos Hereford. Em gado leiteiro, *BYERS et alii* (1952) não constatarem diferença significativa no teor de hemoglobina entre animais recebendo rações de alto e baixo teores de gordura, e entre os recebendo pastagem e rações concentradas. *BOHMAN et alii* (1959) reportaram que a gordura não interferiu sobre níveis de hemoglobina no sangue de bovinos de corte.

Alguns estudos têm sido efetuados visando relacionar os níveis de hemoglobina no sangue de bovinos às características de performance. *ARTHAUD et alii* (1959), tentando encontrar constituintes do sangue de touros Angus, Hereford e Shorthorn que servissem como critério de seleção para ganho de peso e eficiência alimentar, não obtiveram correlação com o teor de hemoglobina. Resultados diferentes foram encontrados por *PRICE et alii* (1957), os quais relataram ter havido correlação entre os teores de hemoglobina e taxas de ganho de peso bem como com eficiência alimentar, em bovinos Angus e Hereford. *BHANNASIRI et alii* (1961) e *WILSON e DINKLE* (1968) observaram que o teor de hemoglobina aumentou com o aumento do peso vivo de bovinos Hereford e Angus, enquanto que *LUITING* (1962) encontrou correlação positiva e significativa entre o peso vivo e o conteúdo de hemoglobina em novilhos de corte; não houve porém correlação entre o teor de hemoglobina e a taxa de ganho de peso. *ALEXANDER et alii* (1959) reportaram que a hemoglobina foi inversamente relacionada com a taxa de ganho de peso e eficiência alimentar em bovinos Hereford e Angus, enquanto *THOMAS et alii* (1954) encontraram correlação significativa e positiva entre nível de hemoglobina e ganho de peso em bezerras de raças leiteiras.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O ensaio foi conduzido em instalações da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de São Carlos (UEPAE - São Carlos), em São Paulo, pertencente a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). A UEPAE - São Carlos fica localizada a 224 km da capital do Estado, a uma altitude de aproximadamente 850 m, a 22°01' de latitude Sul e 47°53' de longitude Oeste de Greenwich. O clima é do tipo Cwbi (KÖEPPEN, 1948), o qual é caracterizado por ser temperado chuvoso com inverno seco, e temperaturas médias de 16,5°C e 21,5°C, no mês mais frio (junho) e mais quente (janeiro), respectivamente. A precipitação média anual é de 1495 mm; sendo janeiro o mês mais chuvoso (média de 260 mm), e julho o mais seco (média de 27 mm). O período seco vai de abril a setembro, e o das águas, de outubro a março.

A UEPAE - São Carlos possui uma área de 2662 ha (VIANNA *et alii*, 1962), e os solos apresentam características de perfis latossólicos

com predomínio de Latosso Vermelho Escuro, fase arenosa (BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1960).

3.2. Animais

Foram utilizados 24 bovinos machos, inteiros, compreendendo 12 da raça Canchim e 12 da Charolesa, com idade variando entre 15 e 17 meses. Os novilhos da raça Canchim pesavam em média 257,75 kg, e os da raça Charolesa 216,25 kg. Os animais foram divididos em dois grupos, dentro de cada raça, de acordo com peso. Os pesos médios dos grupos da raça Canchim foram de 275 e 240 kg, e os da raça Charolesa de 247 e 186 kg. Todos os animais receberam manejo e alimentação semelhantes antes do início do ensaio.

3.3. Rações

Foram utilizadas duas rações experimentais, uma delas constituída exclusivamente por feno de Rhodes (nível A ou ração A), e a outra por apenas 30% do mesmo feno mais 50% de milho em grãos moídos e 20% de torta de algodão (nível B ou ração B).

Buscou-se manter mesma relação entre proteína e energia, porém níveis energético e protéico mais elevado na ração B. Como ainda não se dispunha dos ingredientes quando o experimento foi planejado, a composição química e energética das rações foi estimada com base em informações de tabelas de composição de alimentos (HARRIS, 1970).

Análises posteriores dos ingredientes revelaram a composi-

ção química constante no Quadro 1.

Quadro 1.. Composições químicas das rações experimentais.

Componentes	Nível A	Nível B
(1) Matéria seca	90,70	91,10
(1) Proteína bruta	8,72	15,55
(1) Fibra bruta	42,27	17,96
(1) Extrato etéreo	1,61	2,05
(1) Cinzas	6,66	4,78
(1) Extrativo não nitrogenado	40,74	59,66
(2) Fósforo	0,14	0,29
(3) Cálcio	0,28	0,09
(3) Cobre	74	15
(3) Ferro	46	42

(1) Análise convencional segundo a A.O.A.C. (1975).

(2) Análise de fósforo por colorimetria vanado-molibdofosfórica.

(3) Análise de cálcio, cobre e ferro em espectrofotômetro de absorção atômica.

(4) cobre e ferro expressos em ppm, e os demais componentes em porcentagem.

Forneceu-se "ad libitum" uma mistura de suplemento mineral comercial mais sal comum, em partes iguais. A composição do suplemento comercial é mostrado no Quadro 2.

Quadro 2. Composição do suplemento mineral comercial (por kg).

Nutrientes	Quantidades
Cálcio	192,75 g
Fósforo	65,22 g
Boro	50 mg
Bromo	70 mg
Zinco	1130 mg
Magnésio	2780 mg
Iodo	380 mg
Alumínio	20 mg
Cobalto	200 mg
Cobre	500 mg
Ferro	5000 mg
Manganês	1000 mg

3.4. Delineamento Estatístico

Fatorial envolvendo 2 raças, 2 rações de diferentes níveis energéticos e 3 coletas, analisados na forma de uma "split-plot" no tempo (STEEL e TORRIE, 1960), conforme mostra o esquema geral de análise de variância.

Esquema geral de análise de variância

Fontes de variação	G.L.
Grupos	1
Raças	1
Níveis	1
Raças x Níveis	1
Resíduo (a)	19
Parcelas	23
Coletas	2
Grupos x Coletas	2
Raças x Coletas	2
Níveis x Coletas	2
Grupos x Raças x Níveis	2
Grupos x Níveis x Coletas	2
Raças x Níveis x Coletas	2
Grupos x Raças x Níveis x Coletas	2
Resíduo (b)	32
Total	71

Foram efetuadas análises de correlações simples entre os teores de minerais do soro e do plasma, bem como entre minerais e hemoglobina.

3.5. Condução do experimento

O experimento foi conduzido em 2 períodos denominados de pré-experimental e experimental, de dezembro de 1976 a março de 1977, prestando-se também para ensaio de digestibilidade.

3.5.1. Período pré-experimental

O período pré-experimental teve duração aproximada de 30 dias, caracterizando-se por práticas de manejo e alimentação a um número de animais superior ao necessário para o ensaio. Neste período, foram colocados em contato com as instalações e o homem, e receberam, à vontade, silagem de milho e feno de Rhodes, mais 1,5 kg de ração comercial por animal e por dia, a fim de se possibilitarem melhores condições físicas aos animais, os quais haviam estado em regime de pastagens de baixo valor nutritivo. Suplemento mineral foi oferecido, à vontade, em caixas individuais.

Os animais foram alojados em galpão tipo confinamento, de alvenaria, com piso de cimento rugoso, bebedouros automáticos tipo cuba, e cochos de cimento liso. Diariamente eram lavados e escovados, e permaneceram contidos por correntes presas ao pescoço. Todos os animais foram vermifugados e receberam banho carrapaticida.

No final desse período foram selecionados para o experimento os animais em melhores condições físicas e melhores consumos alimentares.

3.5.2. Período experimental

Esse período, com duração de 21 dias, foi caracterizado pelo fornecimento de ração experimental e coletas de sangue. Os animais permaneceram no mesmo galpão, a espaços intercalados, a fim de se permitir absoluta individualidade no consumo de alimentos. As refeições foram oferecidas às 7:30 e 16:00 horas, sem separação dos ingredientes da ração B. Água e suplemento mineral ficaram sempre disponíveis.

No últimos 7 dias desse período, os animais foram alojados em gaiolas de digestibilidade segundo modelo modificado de *BRIGGS e GALLUP (1949) e HORN et alii (1954)*. A utilização de gaiolas tornou-se necessária, por causa da condução paralela de um ensaio de digestibilidade com os mesmos animais. Tendo-se em vista a disponibilidade de apenas 6 gaiolas, nelas foram sendo colocados 6 animais de uma mesma raça, 3 deles recebendo a ração A e 3 recebendo a ração B; no período seguinte, foram colocados animais de outra raça, e assim sucessivamente, mantendo-se o esquema de fornecimento de ração.

Durante o período experimental, os animais foram pulverizados com carrapaticida, como medida preventiva.

3.6. Coleta e preparo de amostras de sangue

O sangue foi coletado da veia jugular, no início do período experimental; no 14º dia (antes dos animais entrarem nas gaiolas), e no 21º dia (final do período experimental), sempre a partir das 7:00 horas, antes do oferecimento de alimentos. Os animais, por ocasião das coletas,

apresentaram-se calmos. Após a colocação de garrote no pescoço do animal, a região onde ia ser introduzida a agulha (de aço inoxidável nº 20) era desinfetada, e o primeiro jato de sangue desprezado. Cerca de 20 ml de sangue foi aparado em tubo de centrífuga (polipropileno), esterilizado, com capacidade para 25 ml, provido de 1,1 ml de anticoagulante oxalato de potássio a 4%, o qual era gotejado e secado em estufa. Logo em seguida, o sangue era levado ao laboratório, perto das instalações experimentais, e centrifugado durante 30 minutos a 4000 rpm, para separação do plasma.

Para obtenção do soro, o sangue foi coletado em recipientes de vidro, sem anticoagulante, deixados no laboratório, sob condição natural, e inclinados a 45° até a separação do soro. Após esse procedimento, o soro foi centrifugado durante 10 minutos, a 4000 rpm, para purificação.

Pingou-se uma gota de methiolate no plasma e no soro, antes de serem guardados em frasco de vidro provido de tampa, sendo então os frascos colocados em congelador para conservação, onde permaneceram até as determinações pretendidas.

3.7. Análise do sangue

3.7.1. Determinação de minerais

3.7.1.1. Fósforo

O fósforo inorgânico foi determinado no soro e no plasma utilizando-se "kit" de reagentes, seguindo-se o princípio de que o fósforo inorgânico em meio ácido reage com molibdato, formando um complexo. Es

se complexo em solução alcalina é reduzido pelo ácido ascórbico, dando origem a outro complexo, o fosfomolibdato, que é de coloração azul. Proce
deu-se então a leitura colorimétrica, com filtro de 660 nm. As determina
ções foram feitas em duplicata.

3.7.1.2. Cálcio

O cálcio foi determinado somente no soro, em duplicata, usando-se "kit" de reagentes, obtendo-se, em meio básico, um complexo colo
rido de cresolftaleína, procedendo-se então determinação colorimétrica, em
pregando filtro de 540 nm.

3.7.1.3. Cobre

Determinado no soro e plasma por espectofotometria de ab-
sorção atômica (aparelho PERKIN-ELMER modelo 303), com 4 repetições.

3.7.1.4. Ferro

Determinado no soro e plasma com "kit" de reagentes empre-
gados em laboratórios de análises clínicas - Merckotest nº 3307 - e técni
ca Merck, para obtenção de reação com produto colorido, cuja intensidade
foi lida através de espectofotômetro a 535 nm.

3.7.2. Determinação do teor de hemoglobina

Logo após a coleta do sangue integral, com anticoagulante,
foi efetuada a determinação do teor de hemoglobina, utilizando-se um he-

hemômetro tipo Doppelfarbstab, marca Assistant. Esse hemômetro é constituído por dois tubos transparentes, fixos, em posição vertical, sobre fundo claro contendo solução colorida padrão, e um terceiro tubo graduado no qual se coloca uma alíquota de sangue em solução de ácido clorídrico e se adiciona água até se obter coloração idêntica ao padrão. Procede-se à leitura do nível da solução nesse terceiro tubo graduado, o qual corresponde ao teor de hemoglobina.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados originais das análises químicas e de determinação de hemoglobina encontram-se no apêndice.

4.1. Fósforo no soro

O quadro 3 mostra a análise geral de variância dos teores de fósforo no soro de novilhos Canchim e Charolês.

Quadro 3 - Análise geral de variância dos teores de fósforo no so
ro de novilhos Canchim e Charolês

FV	GL	SQ	QM	F
G	1	34,0175	34,0175	7,61 ^{**}
R	1	1,0106	1,0106	0,23
N	1	0,9090	0,9090	0,20
RxN	1	0,0042	0,0042	0,0009
Resíduo(a)	19	84,8862	4,4677	
Parcelas	23	120,8275		
C	2	1,5804	0,7902	2,10
GxC	2	14,2610	7,1305	18,91 ^{**}
RxC	2	7,1420	3,5710	9,47 ^{**}
NxC	2	7,9958	3,9979	10,60 ^{**}
GxRxN	2	0,8346	0,4173	1,11
GxNxC	2	16,9049	8,4524	22,41 ^{**}
RxNxC	2	0,2317	0,1158	0,31
GxRxNxC	2	1,3980	0,6990	1,85
Resíduo(b)	32	12,0675	0,3771	
Total	71	183,2434		

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

Convenções: G-Grupos; R-Raças; N-Níveis; C-Coletas

Esses resultados mostram que não houve efeitos significativos para raças, níveis e coletas, nem interação raça x nível. Houve diferença ($P < 0,05$) entre os grupos considerados. Os animais mais pesados (ou do grupo 1) apresentaram teor médio de 7,80 mg de fósforo por 100 ml de soro, contra 6,42 mg por 100 ml nos mais leves (ou do grupo 2).

Os teores de fósforo no soro dos dois grupos de animais, e nas diferentes coletas, em mg por 100 ml, são mostrados no quadro seguinte

Coletas Grupos	1	2	3	Média
1	8,34	7,53	7,52	7,80
2	5,77	7,10	6,40	6,42
Média	7,06	7,32	6,96	7,11

Houve interação significativa ($P < 0,01$) grupo x coleta. Para estudar essa interação, foi desdobrada a soma de quadrados, como mostra o quadro 4.

Após a decomposição, observa-se que as coletas diferiram significativamente ($P < 0,01$) dentro dos dois grupos. A comparação através do teste de Tukey ($\Delta = 0,615$ a 5% e 0,785 a 1%) indica que, dentro do grupo 1, a coleta 1 foi superior ($P < 0,01$) às coletas 2 e 3, as quais não diferiram entre si. No grupo 2, a coleta 2 foi superior às coletas 1 e 3 (ao nível de

1 e 5%, respectivamente), enquanto a coleta 3 foi superior ($P < 0,05$) a coleta 1.

Quadro 4 - Desdobramento da soma de quadrados da interação grupo x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	120,8275		
Coletas d.G1	2	5,2599	2,6300	6,97**
Coletas d.G2	2	10,5818	5,2909	14,03**
R x C	2	7,1420	3,5710	9,47**
N x C	2	7,9958	3,9979	10,60**
GxRxN	2	0,8346	0,4173	1,11
GxNx C	2	16,9049	8,4524	22,41**
RxNx C	2	0,2317	0,1158	0,31
GxRxNx C	2	1,3980	0,6990	1,85
Resíduo(b)	32	12,0675	0,3771	
Total	71	183,2437		

** ($P < 0,01$)

O quadro seguinte apresenta os teores médios de fósforo inorgânico do soro (mg por 100 ml) das duas raças, nas três coletas.

Coletas Raças	1	2	3	Média
Canchim	7,50	7,00	7,18	7,23
Charolês	6,61	7,62	6,74	6,99
Média	7,05	7,31	6,96	7,11

Houve interação significativa ($P < 0,01$) raça x coleta, sugerindo comportamento diferente das duas raças nas diferentes coletas. A soma de quadrados da interação foi decomposta, visando-se estudar a variação entre coletas dentro de cada raça, como mostra o quadro 5.

A análise, após a decomposição, evidencia diferença significativa ($P < 0,01$) entre as coletas dentro da raça Charolesa. Comparando-se as médias das coletas na raça Charolesa - pelo teste de Tukey ($\Delta = 0,615$ a 5% e $\Delta' = 0,785$ a 1%), observa-se que a coleta 2 difere significativamente ($P < 0,01$) das duas outras, as quais são iguais entre si.

Quadro 5 - Desdobramento da soma de quadrados da interação raça x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	120,8275		
Coletas d. raça 1	2	1,4766	0,7383	1,96
Coletas d. raça 2	2	7,2446	3,6223	9,61**
G x C	2	14,2610	7,1305	18,91**
N x C	2	7,9958	3,9979	10,60**
GxRxN	2	0,8346	0,4173	1,11
GxNx C	2	16,9049	8,4524	22,41**
RxNx C	2	0,2317	0,1158	0,31
GxRxNx C	2	1,3980	0,6990	1,85
Resíduo(b)	32	12,0675	0,3771	
Total	71	183,2422		

Convenção: Raça 1 - Canchim

** (P < 0,01)

Raça 2 - Charolês

O quadro seguinte apresenta os teores médios de fósforo inorgânico (mg %) nas diferentes coletas e níveis

Coletas Níveis	1	2	3	Média
A	6,79	6,89	7,31	7,00
B	7,31	7,74	6,61	7,22
Média	7,05	7,32	6,96	7,11

Houve interação significativa ($P < 0,01$) nível x coleta, mostrando comportamento diferente das três coletas em relação aos diferentes níveis da ração. O quadro 6 mostra o desdobramento da interação.

As coletas diferiram significativamente ($P < 0,01$) dentro do nível B. Através do teste de Tukey ($\Delta = 0,615$ a 5% e $\Delta = 0,785$ a 1%), observa-se que as coletas 1 e 2 não diferiram entre si, porém, ambas diferiram da 3 (ao nível de 5% e 1%, respectivamente).

Os teores de fósforo no soro de novilhos Canchim e Charolês (7,23 e 7,00 mg por 100 ml, respectivamente) estão acima do limite superior da variação normal de fósforo no soro, que segundo *UNDERWOOD (1966)* é de 4,5-6,5 mg por 100 ml. Esse autor porém, considera que flutuações fora dessa variação não são incomuns. Quanto a *CONRAD e SOUZA (1976)* esses valores estariam dentro da variação considerada normal, isto é, entre 6 a 8 mg por 100 ml.

Quadro 6 - Desdobramento da soma de quadrados da interação nível
x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	120,8275		
Coletas d. A	2	1,8464	0,9232	2,45
Coletas d. B	2	7,7308	3,8654	10,25**
G x C	2	14,2610	7,1305	18,91**
R x C	2	7,1420	3,5710	9,47**
GxRxN	2	0,8346	0,4173	1,11
GxNx C	2	16,9049	8,4524	22,41**
RxNx C	2	0,2317	0,1158	0,31
GxRxNx C	2	1,3980	0,6990	1,85
Resíduo(b)	32	12,0675	0,3771	
Total	71	183,2444		

** (P < 0,01)

As médias de fósforo no soro não diferiram entre raças, como ocorreu com os resultados de *JOHNSON (1938)*. Por outro lado, discordam dos resultados de *ALEXANDER et alii (1958)* e *DAYRELL et alii (1972)*, os quais encontraram influência de raça.

Embora não tenha havido efeito significativo de raças, houve interação significativa raça x coleta, mostrando

que a raça Charolesa se comportou diferentemente nas coletas. Assim, os teores de fósforo no soro se elevaram significativamente até a coleta 2, e depois diminuíram significativamente. Esse efeito final parece estar associado ao "stress" de gaiola sobre os níveis de fósforo inorgânico do soro; na raça Canchim, ao contrário, houve queda na coleta 2 e ligeira elevação na última coleta. Esse comportamento diferente ocasionou semelhança nos teores médios de fósforo do soro entre raças e entre coletas.

Não foi encontrado efeito de nível energético da dieta sobre os níveis de fósforo inorgânico do soro, ao contrário - dos resultados encontrados por *STUFFLEBEAM et alii* (1969).

COHEN (1975) relata que baixo consumo de energia e proteína interfere sobre a absorção e retenção de fósforo. Houve maior consumo de energia e de proteína através da ração B, pois a ração A era mais pobre e foi menos consumida. Contudo, através da interação nível x coleta, encontrada no presente trabalho, observa-se que sob a ração A, os níveis de fósforo aumentaram ligeiramente desde a coleta 1 até a coleta 3. Por outro lado, sob o nível B, os teores de fósforo se elevaram ligeiramente da coleta 1 para a 2, caindo significativamente na coleta 3. Essas tendências promoveram valores médios de fósforo semelhantes para os dois níveis energéticos.

Aos animais mais pesados corresponderam maiores teores de fósforo no soro. Como os animais apresentavam pequena variação nas idades, supõe-se que os mais pesados estivessem em me

lhor estado nutricional, ao que corresponderam os maiores teores de fósforo no soro.

4.2. Fósforo no plasma

O quadro 7 apresenta a análise geral dos teores de fósforo inorgânico no plasma de novilhos Canchim e Charolês.

Esses dados mostram que não houve efeito de raças (6,67 mg % e 6,21 mg %, em Canchim e Charolês, respectivamente) nem interação raça x nível, havendo, porém, efeito do grupo, de nível da dieta e de coletas. O grupo de animais mais pesados apresentou teor de fósforo inorgânico no plasma significativamente superior ($P < 0,01$) ao grupo de animais mais leves (6,96 mg% contra 5,92 mg %). Os animais que receberam a ração A tiveram significativamente ($P < 0,05$) menor teor de fósforo inorgânico no plasma (6,11 mg% contra 6,77 mg%).

Os teores de fósforo no plasma diferiram estatisticamente ($P < 0,01$) nas coletas 1, 2 e 3 com valores médios de 6,61; 6,92 e 5,79 mg por 100 ml. A comparação dessas médias pelo teste de Tukey ($\Delta = 0,377$ a 5% e $\Delta' = 0,481$ a 1%) revelou que a coleta 3 apresentou teor de fósforo no plasma inferior ($P < 0,01$) aos das coletas 1 e 2, as quais não diferiram entre si.

Quadro 7 - Análise geral de variância dos teores de fósforo inorgânico no plasma de novilhos Canchim e Charolês

FV	G.L.	SQ	QM	F
G	1	19,4792	19,4792	11,61**
R	1	3,7310	3,7310	2,22
N	1	7,9934	7,9934	4,76*
RXN	1	1,3421	1,3421	0,80
Resíduo(a)	19	31,8843	1,6781	
Parcelas	23	64,4300		
C	2	16,1776	8,0888	28,56**
GxC	2	8,2469	4,1234	14,56**
RxC	2	1,5789	0,7894	2,79
NxC	2	2,8915	1,4458	5,11*
GxRxN	2	0,4151	0,2076	0,73
GxNxC	2	14,6494	7,3247	25,86**
RxNxC	2	1,8836	0,9418	3,33*
GxRxNxC	2	0,7286	0,3643	1,29
Resíduo (b)	32	9,8639	0,2832	
Total	71	120,0655		

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

O quadro a seguir apresenta os teores médios de fósforo inorgânico no plasma, nas diferentes rações e coletas.

Coletas Níveis				Média
	1	2	3	
A	6,48	6,32	5,52	6,11
B	6,73	7,52	6,07	6,77
Média	6,61	6,92	5,80	6,44

Em virtude da presença de interação significativa ($P < 0,05$) nível x coleta, foi decomposta a soma de quadrados, como mostra o quadro 8.

A análise, após o desdobramento, mostra diferenças significativas ($P < 0,01$) entre as coletas dentro dos níveis A e B da ração. Comparando-se as médias das coletas pelo teste de Tukey ($\Delta = 0,53$ a 5% e $\Delta = 0,68$ a 1%), nota-se que dentro do nível A, as coletas 1 e 2 são iguais, e que ambas são superiores significativamente ($P < 0,01$) à coleta 3. Dentro do nível B, as três coletas diferem entre si. A coleta 2 foi superior às coletas 1 e 3 ($P < 0,01$), enquanto a 1 foi superior ($P < 0,05$) à coleta 3.

Quadro 8 - Desdobramento da soma de quadrados da interação nível x coleta

F.V.	G.L.	SQ	QM	F
Parcelas	23	64,4300		
Coletas d.nível A	2	6,3886	3,1943	11,28**
Coletas d. nível B	2	12,6955	6,3478	22,41**
GxC	2	8,2469	4,1234	14,56**
RxC	2	1,5789	0,7894	2,79
GxRxN	2	0,4151	0,2076	0,73
GxNx C	2	14,6494	7,3247	25,86**
RxNx C	2	1,8836	0,9418	3,33*
GxRxNx C	2	0,7286	0,3643	1,29
Resíduo (b)	32	9,0639	0,2832	
Total	71	120,0805		

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

O quadro seguinte apresenta os teores médios de fósforo no plasma, em mg por 100 ml, nos dois grupos de animais, nas três coletas.

Coletas Grupos	1	2	3	Média
1	7,55	7,03	6,30	6,96
2	5,66	6,81	5,29	5,92
Média	6,60	6,92	5,80	6,44

Houve interação significativa ($P < 0,01$) grupo x coleta. O desdobramento da soma de quadrados é mostrado no quadro 9.

O desdobramento mostrou efeito significativo ($P < 0,01$) das coletas nos dois grupos. Através do teste de Tukey ($\Delta = 0,53$ a 5% e $\Delta = 0,68$ a 1%), observa-se que dentro do grupo 1 (animais mais pesados) as coletas 1 e 2 são iguais, e superiores ($P < 0,01$) à coleta 3. Dentro do grupo 2 (animais mais leves), a coleta 2 foi superior ($P < 0,01$) às coletas 1 e 3 as quais não diferiram entre si.

Os teores de fósforo inorgânico encontrados no plasma, estão de acordo com a variação normal relatada por CONRAD (1976) e THOMPSON e WERNER (1976) que é de 6-8 mg por 100 ml.

As médias de fósforo inorgânico no plasma foram inferiores às encontradas no soro das duas raças (7,23 e 6,99 mg% no soro, contra 6,67 e 6,21 mg% no plasma, de Canchim e Charolês, respectivamente, esses resultados estão de acordo com os relatados por DAYRELL *et alii* (1973a). Raça não afetou os teo

res de fósforo no plasma, concordando com os resultados de RU
SOFF et alii (1954).

Quadro 9 - Desdobramento da soma de quadrados da interação
grupo x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	64,4300		
Coletas d. G1	2	9,3673	4,6836	16,54**
Coletas d. G2	2	15,0572	7,5286	26,58**
RxC	2	1,5789	0,7894	2,79
NxC	2	2,8915	1,4458	5,11*
GxRxN	2	0,4151	0,2076	0,73
GxNxC	2	14,6494	7,3247	25,86**
RxNxC	2	1,8836	0,9418	3,33*
GxRxNxC	2	0,7286	0,3643	1,29
Resíduo(b)	32	9,0639	0,2832	
Total	71	120,0655		

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

Ao contrário dos resultados de *REID et alii* (1948), a dieta teve influência sobre os níveis de fósforo no plasma, pois os maiores teores foram encontrados sob a ração de maior nível energético. Com maior consumo de energia e proteína, como ocorreu com a ração B, houve esse efeito, enquanto que a ração A, além de ter menor nível energético e protéico, foi menos consumida. Baixo consumo de energia e proteína, segundo *COHEN* (1975), interfere na absorção e retenção de fósforo. *BOHMAN et alii* (1959) relataram que consumo de proteína não teve efeito sobre os níveis de fósforo no plasma.

A existência de interação nível x coleta evidencia efeito significativo do nível mais elevado de energia sobre os teores de fósforo no plasma, até a coleta 2. Contudo, na coleta 3, esses teores diminuíram significativamente, o que é atribuído a "stress" de gaiola. Sob a ração A, além da ligeira diminuição nos teores de fósforo da coleta 1 a 2, o efeito de "stress" também foi observado, contribuindo para as diferenças nos teores de fósforo no plasma encontrados entre as coletas e entre os níveis de energia da ração.

Foi observada diferença nos teores de fósforo entre os grupos de animais, e interação significativa grupo x coleta. Sendo todos os animais de idade idêntica, os mais pesados refletiriam melhor estado nutricional, aos animais mais pesados corresponderam maiores teores de fósforo no plasma, o que estaria associado ao melhor estado nutricional.

Algumas tendências foram observadas nos dois grupos de animais, nas diferentes coletas. No grupo mais pesado não foi encontrada diferença entre as coletas 1 e 2, mas na coleta 3 houve queda significativa de fósforo, caracterizando efeito de "stress" de gaiola. No outro grupo, houve elevação do fósforo - no plasma até a coleta 2, e depois diminuição significativa, evidenciando, também, o efeito negativo do período de gaiola.

4.3. Cálcio no soro

O quadro 10 mostra a análise geral de variância dos teores de cálcio no soro de novilhos Canchim e Charolês.

Observa-se efeito significativo ($P < 0,01$) de grupo sobre o teor de cálcio no soro. O grupo de animais mais pesados contendo em média 11,21 mg %, e o de mais leves contendo - 9,26 mg%. Raça também afetou significativamente ($P < 0,05$) o nível de cálcio no soro, Canchim com 10,56 mg% e Charolês 9,91 mg%.

Quadro 10 - Análise geral de variância dos teores de cálcio no soro de novilhos Canchim e Charolês

FV	GL	SQ	QM	F
G	1	68,3866	68,3866	54,22**
R	1	7,6116	7,6116	6,04*
N	1	34,7640	34,7640	27,56**
RxN	1	16,9265	16,9265	13,42**
Resíduo(a)	19	23,9619	1,2612	
Parcelas	23	151,6506		
C	2	8,7982	4,3991	17,98**
GxC	2	7,5583	3,7792	15,45**
RxC	2	0,2496	0,1248	0,51
NxC	2	1,1676	0,5838	2,39
GxRxN	2	7,3553	3,6776	15,04**
GxNxC	2	9,8891	4,9446	20,22**
RxNxC	2	16,4425	8,2212	33,61**
GxRxNxC	2	13,4584	6,7292	27,51**
Resíduo(b)	32	7,8259	0,2446	
Total	71	224,3955		

O quadro seguinte mostra os teores de cálcio no soro das duas raças nos dois níveis de energia.

Raças	Níveis		Média
	A	B	
Canchim	9,38	11,74	10,56
Charolês	9,70	10,12	9,91
Média	9,54	10,93	10,23

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) do nível da dieta sobre o teor de cálcio no soro (9,54 mg% no nível A e 10,93 mg% no nível B), e interação significativa ($P < 0,01$) raça x nível. Visando estudar a variação dos níveis dentro das duas raças, foi efetuado desdobramento da soma de quadrados da interação como mostra o quadro 11.

Esses resultados mostram que houve efeito significativo ($P < 0,01$) do nível da dieta sobre o teor de cálcio no soro apenas na raça Canchim. A média de cálcio no soro da raça Canchim foi superior sob o nível B.

Não houve interação coleta x raça, significando que as diferenças entre as raças foram constantes nas três coletas.

Os teores de cálcio no soro difeririam estatisticamente ($P < 0,01$) nas coletas 1, 2 e 3 com valores médios de 10,73; 10,01 e 9,96 mg por 100 ml. A comparação dessas médias pelo teste de Tukey ($\Delta = 0,350$ a 5% e $\Delta = 0,447$ a 1%) mostrou que a coleta 1 apresentou teor de cálcio significativamente superior ($P < 0,01$) às duas outras coletas, as quais não diferiram entre si.

Quadro 11 - Desdobramento da soma de quadrados da interação raça x nível

FV	GL	SQ	QM	F
G	1	68,3866	68,3866	54,22 ^{**}
R	1	7,6116	7,6116	6,04 [*]
Níveis d. raça 1	1	50,1009	50,1009	39,72 ^{**}
Níveis d. raça 2	1	1,5877	1,5877	1,26
Resíduo (a)	19	23,9619	1,2612	
Parcelas	23	151,6487		

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

O quadro seguinte apresenta os teores de cálcio no soro (mg. por 100 ml) nos dois grupos de animais, nas diferentes coletas.

Grupos	Coletas			Média
	1	2	3	
1	12,05	10,56	11,01	11,21
2	9,40	9,47	8,91	9,26
Média	10,72	10,02	9,96	10,23

O quadro geral de análise de variância mostrou que houve interação significativa ($P < 0,01$) grupo x coleta. Para estudar essa interação, a soma de quadrados foi desdobrada, como mostra o quadro 12.

Quadro 12 - Desdobramento da soma de quadrados da interação grupo x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	151,6506		
Coletas d.G1	2	14,1211	7,0606	28,87**
Coletas d.G2	2	2,2362	1,1181	4,57*
RxC	2	0,2496	0,1248	0,51
NxC	2	1,1676	0,5838	2,39
GxRxN	2	7,3553	3,6776	15,04**
GxNxC	2	9,8891	4,9446	20,22**
RxNxC	2	16,4425	8,2212	33,61**
GxRxNxC	2	13,4584	6,7292	27,51**
Resíduo(b)	32	7,8259	0,2446	
Total	71	224,3963		

* ($P < 0,05$)

** ($P < 0,01$)

Após o desdobramento, observa-se que houve efeito significativo (1% e 5%) das coletas dentro dos dois grupos de animais. A comparação pelo teste de Tukey ($\Delta = 0,495$ a 5% e $\Delta = 0,632$ a 1%) mostra que, dentro do grupo 1 (animais mais pesados), a coleta 1 foi superior ($P < 0,01$) às coletas 2 e 3, as quais foram iguais entre si; dentro do grupo 2 (animais mais leves), a coleta 1 foi igual a coleta 2 e 3; a coleta 2 foi superior ($P < 0,05$) a coleta 3.

As médias de 10,56 mg e 9,10 mg de cálcio por 100 ml de soro, encontrados em novilhos Canchim e Charolês, respectivamente, estão próximas das obtidas por *DAVIS et alii* (1958), em gado de corte (10,8 mg%); por *PATEL et alii* (1966), em touros de raça Gir (10,2 mg%); por *MITHUJI et alii* (1966), na raça Kankrej (10,75 mg%); superior às relatadas por *REDA e SALEM* (1954), em bovinos mestiços Shorthorn e egípcios (8,5 e 9,2 mg% respectivamente); e dentro da variação considerada normal por *UNDERWOOD* (1966), de 9 a 12 mg%.

Esse resultado era esperado, pois conforme *UNDERWOOD* (1966) e *CONRAD e SOUZA* (1976), os mecanismos reguladores de cálcio são eficientes, mantendo constante o nível no soro.

THONPSON e WERNER (1976) relatam que deficiência de cálcio pode ocorrer em gado de corte recebendo rações ricas em energia, à base de grãos. Contudo, a ração de nível B, utilizada no presente trabalho, continha também 30% de feno de Rhodes,

proporcionando mais cálcio à dieta, além de ter havido suplementação mineral à vontade.

A raça afetou os níveis de cálcio no soro, a Canchim revelando maior teor médio que a Charolesa. REDA e SALEM (1954) também encontraram esse efeito de raça, enquanto que MYLREA e BAYFIELD (1968) e DAYRELL *et alii* (1972) concluíram não ter havido a mesma influência de raça.

A dieta de maior nível energético (nível B) promoveu maiores teores de cálcio no soro que a menor nível (10,93 mg% contra 9,54 mg%, respectivamente). Esse resultado está de acordo com os de STUFFLEBEAM *et alii* (1969), que também encontraram maiores teores de cálcio no soro em bovinos sob rações de níveis mais elevados de energia. Contudo, a interação raça x nível revelou que a influência do maior nível energético sobre a elevação do teor de cálcio no soro foi considerável apenas na raça Canchim. Esses efeitos promoveram as diferenças encontradas sob os dois níveis de energia.

Os animais de maior peso apresentaram maiores teores de cálcio no soro (11,21 mg% contra 10,56 mg%). Esse efeito poderia estar associado ao melhor estado nutricional daqueles animais.

As coletas revelaram valores distintos de cálcio no soro, e a interação grupo x coleta encontrada mostra que os dois grupos apresentaram comportamentos diferentes. No gru

po 1, o teor médio de cálcio diminuiu sensivelmente até a coleta 2 e manteve-se constante no período de gaiola, aparentemente não sofrendo efeito de "stress". Contudo, no grupo 2, o teor manteve-se constante até a coleta 2, diminuindo significativamente na coleta 3, mostrando o efeito do "stress" de gaiola.

4.4. Cobre no soro

O quadro 13 apresenta a análise geral de variância dos teores de cobre no soro de novilhos Canchim e Charolês.

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) de grupo. Os animais do grupo 1 apresentaram maior teor de cobre no soro do que os animais do grupo 2 (1,00 contra 0,84 μg por ml). A raça Canchim foi superior ($P < 0,01$) à Charolesa (1,01 contra 0,83 μg por ml). O nível de energia da raça efetuou significativamente ($P < 0,01$) os teores de cobre no soro (0,85 e 1,00 μg por ml, sob nível A e B respectivamente). Os teores de cobre no soro diferiram estatisticamente ($P < 0,01$) nas coletas 1, 2 e 3 com valores de 0,85 ; 0,94 e 0,97 μg por ml. A comparação dessas médias pelo teste de Tukey ($\Delta = 0,058$ a 5% e $\Delta = 0,073$ a 1%) mostrou que o teor de cobre no soro na coleta 1 foi inferior ($P < 0,01$) aos das coletas 2 e 3, as quais não diferiram entre si.

Quadro 13 - Análise geral de variância dos teores de cobre no so
ro de novilhos Canchim e Charolês

FV	GL	SQ	QM	F
G	1	0,4640	0,4640	10,27**
R	1	0,5618	0,5618	12,43**
N	1	0,4171	0,4171	9,23**
RxN	1	0,0029	0,0029	0,06
Resíduo(a)	19	0,8587	0,0452	
Parcelas	23	2,3045		
C	2	0,1839	0,0919	13,51**
GxC	2	0,1854	0,0927	13,63**
RxC	2	0,1763	0,0882	12,97**
NxC	2	0,2117	0,1058	15,56**
GxRxN	2	0,0321	0,0160	2,35
GxNxC	2	0,1016	0,0508	7,47**
RxNxC	2	0,1173	0,0586	8,62**
GxRxNxC	2	0,0632	0,0316	4,65**
Resíduo(b)	32	0,2168	0,0068	
Total	71	3,5928		

** (P < 0,01)

O quadro seguinte mostra os teores médios de cobre no soro (µg/ml) nos dois grupos, nas diferentes coletas.

Coletas Grupos				Média
	1	2	3	
1	0,99	1,04	0,98	1,00
2	0,72	0,85	0,96	0,84
Média	0,86	0,94	0,97	0,92

Houve interação significativa ($P < 0,01$) grupo x coleta. O desdobramento é mostrado no quadro 14.

As coletas foram diferentes apenas no grupo de animais mais leves. A comparação pelo teste de Tukey ($\Delta = 0,082$ a 5% e 0,105 a 1%) mostrou que o teor médio do cobre foi significativamente crescente ($P < 0,01$) da coleta 1 à coleta 3.

Quadro 14 - Desdobramento da soma de quadrados da interação grupo x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	2,3045		
Coletas d.G1	2	0,0244	0,0122	1,79
Coletas d.G2	2	0,3450	0,1725	25,37**
R x C	2	0,1763	0,0882	12,97**
N x C	2	0,2117	0,1058	15,56**
GxRxN	2	0,0321	0,0160	2,35
GxNxN	2	0,1016	0,0508	7,47**
RxNxN	2	0,1173	0,0586	8,62**
GxRxNxN	2	0,0632	0,0316	4,65**
Resíduo (b)	32	0,2168	0,0068	
Total	71	3,5929		

** (P < 0,01)

O quadro seguinte apresenta os teores médios de cobre no soro ($\mu\text{g/ml}$) das duas raças, nas três coletas.

Raças	Coletas			Média
	1	2	3	
Canchim	1,01	0,99	1,03	1,01
Charolês	0,70	0,90	0,91	0,84
Média	0,86	0,94	0,97	0,92

A análise geral de variância mostrou interação significativa ($P < 0,01$) raça x coleta. O desdobramento é mostrado no quadro 15.

Quadro 15 - Desdobramento da soma de quadrados da interação raça x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	2,3045		
Coletas d. R1	2	0,0081	0,0040	0,59
Coletas d. R2	2	0,3520	0,1760	25,88 **
G x C	2	0,1854	0,0927	13,63 **
N x C	2	0,2117	0,1058	15,56 **
G x R x N	2	0,0321	0,0160	2,35
G x N x C	2	0,1016	0,0508	7,47 **
R x N x C	2	0,1173	0,0586	8,62 **
G x R x N x C	2	0,0632	0,0316	4,65 **
Resíduo (b)	32	0,2168	0,0068	
Total	71	3,5927		

** ($P < 0,01$)

As coletas diferiram apenas na raça Charolesa. A comparação das médias pelo teste de Tukey ($\Delta = 0,082$ a 5% e $\Delta = 0,105$ a 1%) mostra que o teor de cobre do soro na coleta 1

foi inferior ($P < 0,01$) aos das coletas 2 e 3, as quais não diferiram entre si.

Os teores médios de cobre do soro ($\mu\text{g/ml}$) sob os dois níveis de energia da ração nas três coletas são mostrados no quadro seguinte.

Coletas Níveis	1	2	3	Média.
A	0,85	0,82	0,86	0,84
B	0,85	1,07	1,07	1,00
Média	0,85	0,94	0,96	0,92

Houve interação significativa ($P < 0,01$) nível x coleta. Visando estudar essa interação, a soma de quadrados foi desdobrada, como mostra o quadro 16.

As coletas diferiram entre si ($P < 0,01$) apenas ao nível de B. A comparação pelo teste de Tukey ($\Delta = 0,082$ a 5% e $\Delta = 0,105$ a 1%) mostra que os teores de cobre do soro na coleta 1 foi inferior ($P < 0,01$) aos das coletas 2 e 3, as quais não diferiram entre si.

Os teores de cobre no soro encontrados se enquadram dentro da variação determinada por *DAVIS et alii* (1958), em gado de corte (0,6 a 1,6 μg por ml), e da variação considerada normal por *UNDERWOOD* (1966 ; 1971), de 0,8 a 1,2 μg por ml.

Quádro 16 - Desdobramento da soma de quadrados da interação nível x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	2,3045		
Coletas d.A	2	0,0127	0,0064	0,94
Coletas d.B	2	0,3828	0,1914	28,15**
GxC	2	0,1854	0,0927	13,63**
RxC	2	0,1763	0,0882	12,97**
GxRxN	2	0,0321	0,0160	2,35
GxNxNxC	2	0,1016	0,0508	7,47**
RxNxNxC	2	0,1173	0,0586	8,62**
GxRxNxNxC	2	0,0632	0,0316	4,65**
Resíduo (b)	32	0,2168	0,0068	
Total	71	3,5927		

** (P < 0,01)

Ao contrário dos resultados mencionados por *MATRONE et alii* (1947), houve efeito de raça sobre os teores de cobre no soro iguais a 1,01 e 0,83 µg por ml, em Canchim e Charolês, respectivamente.

Através da interação raça x coleta observa-se que dentro da raça Canchim os teores médios de cobre no soro não variaram significativamente nas diferentes coletas, mas, na raça Charolesa elevaram-se da coleta 1 à 2, mantendo-se constante até a coleta 3.

Esse comportamento diferente reforça as diferenças encontradas entre as duas raças quanto ao teor de cobre no soro.

A dieta afetou significativamente os teores de cobre no soro. Os maiores teores foram encontrados sob a ração de maior nível de energia (1,00 µg por ml contra 0,85 µg por ml). A interação nível x coleta revelou aumentos significativos de cobre no soro da coleta 1 à 2, e constância no período final. Essa alteração na tendência de aumento do teor de cobre, refletiria o efeito de gaiola.

Os teores de cobre no soro variaram nas diferentes coletas, conforme as interações estudadas a seguir detalham. *MATRONE et alii (1947)* também encontraram variações entre coletas, as quais foram atribuídas a fatores como estado nutricional, estação do ano e estado pós-absortivo do animal. Entretanto, no presente trabalho, estado nutricional e pós-absortivo, como relatam *MATRONE et alii (1947)*, além de influências de dieta, raça, grupo e "stress" de gaiola, contribuíram para as diferenças encontradas.

Foram observadas diferenças nos teores de cobre no soro dos dois grupos. Os animais com maior peso revelaram maiores teores de cobre (1,00 µg por ml contra 0,84 µg por ml), fato que pode estar associado a melhor estado nutricional do grupo mais pesado. A interação grupo x coleta revelou que dentro do grupo mais pesado as coletas não diferiram entre si; enquanto, no outro grupo, os teores de cobre no soro se elevaram desde a cole-

ta 1 até a coleta 3, mas não atingiram os teores iniciais de cobre do grupo mais pesado, promovendo as diferenças encontradas entre grupos.

4.5. Cobre no plasma

O quadro 17 apresenta a análise geral de variância dos teores de cobre no plasma de novilhos Canchim e Charolês.

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) de raça. A raça Canchim apresentou maior teor de cobre no plasma que a Charolêsa (1,19 contra 0,99 μg por ml).

Os teores de cobre no plasma diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) nas coletas 1, 2 e 3 com valores médios de 1,11; 1,04 e 1,13 μg por ml, respectivamente. Comparando-se essas médias pelo teste de Tukey ($\Delta = 0,079$ a 5% e $\Delta = 0,101$ a 1%) a média da coleta 3 é superior ($P < 0,05$) a da 2, enquanto que a média na coleta 1 não diferiu das coletas 2 e 3.

Quadro 17 - Análise geral de variância dos teores de cobre no plasma de novilhos Canchim e Charolês.

FV	GL	SQ	QM	F
G	1	0,1209	0,1209	3,56
R	1	0,6942	0,6942	20,42**
N	1	0,0171	0,0171	0,50
RxN	1	0,6942	0,6942	20,42**
Resíduo(a)	19	0,6452	0,0340	
Parcelas	23	2,1716		
C	2	0,1064	0,0532	4,26*
GxC	2	0,2080	0,1040	8,32**
RxC	2	0,2574	0,1287	10,30**
NxC	2	0,1514	0,0757	6,06**
GxRxN	2	0,0339	0,0170	1,36
GxNxC	2	0,0459	0,0230	1,84
RxNxC	2	0,3414	0,1707	13,66**
GxRxNxC	2	0,0519	0,0260	2,08
Resíduo(b)	32	0,3996	0,0125	
Total	71	3,7675		

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

O quadro seguinte mostra os teores médios de cobre no plasma ($\mu\text{g/ml}$) das duas raças, sob os dois níveis da ração.

Níveis Raças			
	A	B	Média
Canchim	1,30	1,08	1,19
Charolês	0,91	1,08	0,99
Média	1,10	1,08	1,09

O quadro geral de análise de variância mostra interação significativa ($P < 0,01$) raça x nível. A decomposição é mostrada no quadro 18.

Quadro 18 - Desdobramento da soma de quadrados da interação raça x nível

FV	GL	SQ	QM	F
G	1	0,1209	0,1209	3,56
R	1	0,6942	0,6942	20,42**
Níveis d.R1	1	0,4646	0,4646	13,66**
Níveis d.R2	1	0,2465	0,2465	7,25*
Resíduo(a)	19	0,6452	0,0340	
Parcelas	23	2,1714		

* ($P < 0,05$)

** ($P < 0,01$)

Os níveis afetaram os teores de cobre do plasma nas duas raças. Na raça Canchim, os teores foram superiores sob o nível A da ração, enquanto na Charolesa os teores foram maiores na ração B. Entretanto, ambas as raças apresentaram mesmo teor de cobre para a mesma ração B.

O quadro seguinte mostra os teores de cobre no plasma (μg por ml) nos dois grupos de animais e nas diferentes coletas.

Coletas Grupos				
	1	2	3	Média
1	1,13	1,00	1,02	1,05
2	1,08	1,08	1,24	1,13
Média	1,10	1,04	1,13	1,09

Houve interação significativa ($P < 0,01$) grupo x coleta. O quadro 19 apresenta a decomposição da soma de quadrados da interação.

As coletas diferiram entre si dentro dos dois grupos de animais. A comparação pelo teste de Tukey ($\Delta = 0,112$ a 5% e $\Delta = 0,143$ a 1%) mostra que, dentro do grupo 1, a média de cobre no plasma na coleta 1 foi superior ($P < 0,05$) à da coleta 2 e semelhante à da coleta 3, enquanto nas coletas 2 e 3 as médias não diferiram entre si. Dentro do grupo 2, o teor na coleta 3 foi superior ($P < 0,01$) aos das coletas 1 e 2, as quais não diferiam entre si.

Quadro 19 - Decomposição da soma de quadrados da interação grupo
x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	2,1716		
Coletas d.G1	2	0,1222	0,0611	4,89*
Coletas d.G2	2	0,1921	0,0960	7,68**
R x C	2	0,2574	0,1287	10,30**
N x C	2	0,1514	0,0757	6,06**
GxRxN	2	0,0339	0,0170	1,36
GxNxN	2	0,0459	0,0230	1,84
RxNxN	2	0,3414	0,1707	13,66**
GxRxNxN	2	0,0519	0,0260	
Resíduo(b)	32	0,3996	0,0125	
Total	71	3,7674		

*(P < 0,05)

** (P < 0,01)

O quadro seguinte apresenta os teores de cobre no plasma das duas raças nas diferentes coletas.

Raças	Coletas			Média
	1	2	3	
Canchim	1,28	1,13	1,16	1,19
Charolês	0,93	0,95	1,10	0,99
Média	1,10	1,04	1,13	1,09

Houve interação significativa ($P < 0,01$) raça x coleta. O quadro 20 mostra a decomposição da soma de quadrados da interação.

Quadro 20 - Decomposição da soma de quadrados da interação raça x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	2,1716		
Coletas d.R1	2	0,1573	0,0786	6,29**
Coletas d.R2	2	0,2064	0,1032	8,26**
GxC	2	0,2080	0,1040	8,32**
NxC	2	0,1514	0,0757	6,06**
GxRxN	2	0,0339	0,0170	1,36
GxNxN	2	0,0459	0,0230	1,84
RxNxN	2	0,3414	0,1707	13,66**
GxRxNxN	2	0,0519	0,0260	2,08
Resíduo (b)	32	0,3996	0,0125	
Total	71	3,7674		

** ($P < 0,01$)

As coletas diferiram significativamente ($P < 0,01$) entre si dentro das duas raças. A comparação das médias pelo teste de Tukey ($\Delta = 0,112$ a 5% e $\Delta = 0,143$ a 1%) revela que, dentro da raça Canchim, a média da coleta 1 foi superior às médias das coletas 2 e 3 (a 1 e 5%, respectivamente), as quais não diferiram entre si. Dentro da raça Charolesa, a média de cobre do plasma na coleta 3 foi superior ($P < 0,01$) às médias das coletas 1 e 2, as quais foram semelhantes.

Os teores médios de cobre no plasma ($\mu\text{g/ml}$) sob os dois níveis energéticos nas três coletas são mostrados no quadro seguinte.

Coletas Níveis	1	2	3	Média
A	1,14	0,99	1,19	1,11
B	1,07	1,09	1,07	1,08
Média	1,10	1,04	1,13	1,09

O quadro geral de análise de variância mostra interação significativa ($P < 0,01$) nível x coleta. O desdobramento da interação é apresentada no quadro 21.

Quadro 21 - Desdobramento da soma de quadrados da interação nível x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	2,1716		
Coletas d.A	2	0,2558	0,1279	10,23**
Coletas d.B	2	0,0020	0,0010	0,08
GxC	2	0,2080	0,1040	8,32**
RxC	2	0,2574	0,1287	10,30**
GxRxN	2	0,0339	0,0170	1,36
GxNx C	2	0,0459	0,0230	1,84
RxNx C	2	0,3414	0,1707	13,66**
GxRxNx C	2	0,0519	0,0260	2,08
Resíduo (b)	32	0,3996	0,0125	
Total	71	3,7675		

** (P < 0,01)

As coletas diferiram entre si apenas dentro do nível A. As comparações pelo teste de Tukey ($\Delta = 0,112$ e 5% e $\Delta = 0,143$ a 1%) mostraram que a média de cobre no plasma na coleta 2 foi inferior (P < 0,01) às das coletas 1 e 3, as quais não diferiram entre si.

Os teores encontrados de cobre no plasma estão dentro da variação considerada normal por UNDERWOOD (1966; 1971) de 0,5 a 1,5 μg por ml. Raça afetou significativamente os teores de

cobre no plasma (1,19 e 0,99 μg por ml em Canchim e Charolês, respectivamente), e a interação raça x coleta mostrou comportamento diferente das duas raças nas três coletas. Na raça Canchim os teores de cobre caíram da coleta 1 a 2, mantendo-se constante até a coleta 3, enquanto na Charolesa não houve alteração da coleta 1 a 2, e após se elevaram.

Nível de ração não afetou os teores de cobre no plasma. Entretanto, a interação raça x nível revelou diferenças das duas raças nos dois níveis energéticos. Assim, na raça Canchim os teores foram superiores sob a ração A, enquanto na Charolesa, sob a ração B. Este comportamento diferente promoveu semelhantes teores de cobre no plasma nos dois níveis energéticos da ração, não se considerando raça.

Houve diferença significativa entre as coletas quanto aos teores de cobre no plasma. A interação grupo x coleta revela que os teores de cobre variaram diferentemente nos dois grupos. As variações dos teores de cobre do plasma nas diferentes coletas podem ser atribuídas a influência de fatores como raça, grupo, nível, estado nutricional, e pós-absortivo dos animais.

Houve interação nível x coleta, revelando diferenças entre coletas somente no nível A da ração, onde os teores de cobre no plasma caíram da coleta 1 à 2, e após atingiram os teores iniciais.

4.6. Ferro no soro

O quadro 22 apresenta a análise geral de variância dos teores de ferro no soro de novilhos Canchim e Charolês.

Quadro 22 - Análise geral de variância dos teores de ferro no soro de novilhos Canchim e Charolês

FV	GL	SQ	QM	F
G	1	2510,9302	2510,9302	13,81**
R	1	24434,8755	24434,8755	134,42**
N	1	14,6152	14,6152	0,08
RxN	1	4579,3984	4579,3984	25,19**
Resíduo(a)	19	3453,8618	181,7822	
Parcelas	23	34993,6811		
C	2	9272,2803	4636,1401	24,62**
GxC	2	2442,6484	1221,3242	6,49**
RxC	2	882,0156	441,0078	2,34
NxC	2	10091,0557	5045,5278	26,80**
GxRxN	2	1379,5698	689,7849	3,66**
GxNxC	2	1196,2568	598,1284	3,18
RxNxC	2	876,4321	438,2160	2,33
GxRxNxC	2	2664,3755	1332,1877	7,08**
Resíduo(b)	32	6024,9326	188,2791	
Total	71	69823,2479		

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

Esses dados revelam que os animais do grupo mais leve apresentaram teores de ferro no soro significativamente ($P < 0,01$) superiores aos do grupo mais pesado (105,61 e 93,80 μg por 100 ml de soro).

O quadro seguinte mostra os teores médios de ferro no soro ($\mu\text{g} \%$) das duas raças, nos diferentes níveis.

Níveis Raças			Média
	A	B	
Canchim	125,66	110,61	118,14
Charolês	72,86	89,71	81,28
Média	99,26	100,16	99,71

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) de raça e interação raça x nível. Para estudar esses efeitos, a soma de quadrados foi desdobrada, como mostra o quadro 23.

Os teores de ferro foram afetados pelos níveis da dieta, nas duas raças. Na raça Canchim, os teores foram maiores sob o nível A, enquanto na Charolesa sob o nível B.

Quadro 23 - Desdobramento da soma de quadrados da interação raça
x nível

FV	GL	SQ	QM	F
G	1	2510,9302	2510,9302	13,81**
R	1	24434,8755	24434,8755	134,42**
Níveis d.R1	1	2038,3599	2038,3599	11,21**
Níveis d.R2	1	2555,9287	2555,9287	14,06**
Resíduo(a)	19	3453,8618	181,7822	
Parcelas	23	84993,9561		

** (P < 0,01)

Os teores médios de ferro no soro ($\mu\text{g}\%$), para os dois níveis, e em diferentes coletas, são mostrados no quadro seguinte.

Níveis	Coletas			Média
	1	2	3	
A	105,20	97,02	95,56	99,26
B	91,90	131,28	77,29	100,16
Média	98,55	114,15	86,42	99,71

Os teores de ferro no soro mostraram-se diferentes ($P < 0,01$) nas coletas 1, 2 e 3, com valores médios de 98,55; 114,15 e 86,42 μg por 100 ml, respectivamente. A comparação dessas médias pelo teste de Tukey ($\Delta = 9,72$ a 5%; e $\Delta = 12,41$ a 1%) revelou que a coleta 2 foi superior ($P < 0,01$) às coletas 1 e 3, enquanto a coleta 1 foi superior ($P < 0,05$) à coleta 3.

Os dados apresentados mostram que não houve interação raça x coleta, porém, ocorreu interação significativa ($P < 0,01$) nível x coleta. O desdobramento da interação é mostrado no quadro 24.

As coletas diferiram entre si apenas ao nível de B. Pelo teste de Tukey ($\Delta = 13,74$ a 5%, e $\Delta = 17,55$ a 1%), observa-se que as três médias das coletas, no nível B, diferem entre si. A coleta 2 foi significativamente ($P < 0,01$) superior às coletas 1 e 3, e a coleta 1 foi superior ($P < 0,05$) à coleta 3.

Quadro 24 - Desdobramento da soma de quadrados da interação nível x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	34993,6811		
Coletas d.nível A	2	648,0353	324,0176	1,72
Coletas d.nível B	2	18715,0944	9357,5472	49,70**
GxC	2	2442,6484	1221,3242	6,49**
RxC	2	882,0156	441,0078	2,34
GxRxN	2	1379,5698	689,7849	3,66*
GxNxC	2	1196,2568	598,1284	3,18
RxNxC	2	876,4321	438,2160	2,33
GxRxNxC	2	2664,3755	1332,1877	7,08**
Resíduo (b)	32	6024,9326	188,2791	
Total	71	69823,0416		

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

O quadro seguinte mostra os teores médios de ferro no soro (µg%), nos dois grupos e nas diferentes coletas.

Coletas Grupos	1	2	3	Média
1	91,90	115,72	73,79	93,80
2	105,20	112,58	99,06	105,61
Média	98,55	114,15	86,42	99,71

Houve interação significativa ($P < 0,01$) grupo x coleta. O desdobramento da interação é mostrado no quadro 25.

Quadro 25 - Desdobramento da soma de quadrados da interação grupo x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	34993,6811		
Coletas d.G1	2	10615,7355	5307,8678	28,19**
Coletas d.G2	2	1099,1492	549,5746	2,92
R x C	2	882,0156	441,0078	2,34
N x C	2	10091,0557	5045,5278	26,80**
GxRxN	2	1379,5698	689,7849	3,66*
GxNx C	2	1196,2568	598,1284	3,18
RxNx C	2	876,4321	438,2160	2,33
GxRxNx C	2	2664,3755	1332,1877	7,08**
Resíduo (b)	32	6024,9326	188,2791	
Total	71	69823,2039		

* ($P < 0,05$)

** ($P < 0,01$)

As coletas diferiram significativamente ($P < 0,01$) entre si somente no grupo 1. Através do teste de Tukey ($\Delta = 13,74$ a 5% e $\Delta = 17,55$ a 1%), observa-se que a coleta 2 foi superior ($P < 0,01$) às coletas 1 e 3, enquanto a coleta 1 foi superior ($P < 0,01$) à coleta 3.

A média obtida de ferro no soro de novilhos da raça Canchim (118,14 μg por 100 ml) está dentro da variação considerada normal por *UNDERWOOD (1966)*, de 100-200 μg por 100 ml. Contudo, a média encontrada em novilhos Charoleses (81,28 μg por 100 ml) está abaixo do limite inferior, o que indica deficiência. Houve, portanto, diferença entre as raças consideradas. Entre raças leiteiras, porém, *MATRONE et alii (1947)* não encontraram diferença quanto a ferro no soro.

Desde que deficiência de ferro não é comum em bovinos sob pastoreio, regime em que se encontravam os animais antes do período pré-experimental, e tendo-se em conta que mesmo nesse regime havia suplementação mineral contendo ferro, os baixos níveis encontrados nos novilhos Charoleses poderiam estar associados a algum distúrbio metabólico, promovendo diferença entre as raças estudadas. Esse efeito pode ter sido provocado por infestação de carrapatos antes do período pré-experimental, refletindo apenas nos novilhos Charoleses, os quais apresentam menor resistência a ectoparasitas que os Canchim, e não devido à presença de parasitas internos, visto que todos animais foram vermifugados no início da fase pré-experimental. *UNDERWOOD (1966 ; 1971)* ; *CONRAD e SOUZA (1976)* ; *MACDOWELL et alii (1976)* e *MACDOWELL e CONRAD (1977)* relataram que deficiência de ferro só ocorre em circunstâncias que envolvem perdas crônicas de sangue ou distúrbios no metabolismo de ferro, consequência de infestação parasitária ou doença.

O desdobramento da interação significativa raça x nível mostrou que as raças se comportaram distintamente aos dois níveis de energia da ração. Assim, os novilhos Canchim recebendo ração A revelaram maiores teores de ferro no soro; inversamente, nos Charolezes os maiores teores de ferro ocorreram sob a ração B. Este fato promoveu igualdade nas médias gerais de ferro no soro dos animais sob os dois níveis energéticos da ração, não se considerando raça.

Houve variação nos teores de ferro no soro, nas diferentes coletas. A interação nível x coleta mostrou efeitos diferentes dos dois níveis nas três coletas, o que promoveu médias semelhantes nos dois níveis energéticos da ração. Diferenças nos teores de ferro no soro entre coletas foram também observadas por *MATRONE et alii* (1947), os quais relataram que este efeito é devido a fatores como estado nutricional, pós-absortivo e de estação do ano. Contudo, no presente trabalho, além do estado nutricional e pós-absortivo, devem ter contribuído os efeitos de raça, grupo e níveis energéticos da dieta.

Os teores de ferro no soro diferiram nos dois grupos. Aos animais mais leves corresponderam os maiores teores. A interação grupo x coleta mostrou que as coletas variaram entre si apenas no grupo de animais mais pesados. Assim, os teores de ferro se elevaram da coleta 1 à 2, e diminuíram sensivelmente em seguida, provocando a diferença encontrada entre os grupos. Esse com-

portamento pode estar associado a "stress" da gaiola.

4.7. Ferro no plasma

O quadro 26 apresenta a análise geral de variância dos teores de ferro no plasma de novilhos Canchim e Charolês.

Esses dados mostram que houve efeito significativo ($P < 0,01$) de grupo, sendo a média de ferro no plasma dos animais mais pesados (grupo 1) maior que a do grupo 2 (mais leves), 59,21 contra 47,76 μg por 100 ml de plasma. Houve diferença significativa entre raças ($P < 0,01$), a raça Canchim com teor médio de 61,72 μg por 100 ml, e a Charolesa 45,25 μg por 100 ml. Os teores de ferro no plasma mostraram-se diferentes ($P < 0,01$) nas coletas 1, 2 e 3, com valores médios de 58,17; 53,56 e 48,73 μg por ml, respectivamente. A comparação dessas médias pelo teste de Tukey ($\Delta = 3,99$ a 5% e $\Delta = 5,09$ a 1%) mostrou que a coleta 1 foi superior às coletas 2 e 3 (5% e 1%, respectivamente), e que a coleta 2 foi superior ($P < 0,05$) à 3.

Quadro 26 - Análise geral de variância dos teores de ferro no
plasma de novilhos Canchim e Charolês

FV	GL	SQ	QM	F
G	1	2360,3046	2360,3046	15,69**
R	1	4881,3801	4881,3801	32,44**
N	1	349,3619	349,3619	2,32
RxN	1	175,5930	175,5930	1,17
Resíduo(a)	19	2858,6909	150,4574	
Parcelas	23	10625,3305		
C	2	1070,7913	535,3956	16,91**
GxC	2	450,0504	225,0252	7,11**
RxC	2	701,4194	350,7097	11,07**
NxC	2	506,1492	253,0746	7,99**
GxRxN	2	270,3110	135,1555	4,27*
GxNxC	2	211,9797	105,9899	3,35*
RxNxC	2	2209,3673	1104,6837	34,88**
GxRxNxC	2	287,3622	143,6811	4,54*
Resíduo(b)	32	1013,4258	31,6696	
Total	71	17346,1868		

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

O quadro seguinte apresenta os teores médios de ferro no plasma por grupo de animais e por coleta de sangue.

Coletas Grupos				
	1	2	3	Média
1	63,02	56,76	57,86	59,21
2	53,33	50,36	39,60	47,76
Média	58,18	53,56	48,73	53,49

Houve interação significativa ($P < 0,01$) grupo x coleta. A decomposição da soma de quadrados da interação é mostrado no quadro 27.

Observa-se que houve efeito significativo de coleta dentro de grupo. Através do teste de Tukey ($\Delta = 5,64$ a 5% e $\Delta = 7,20$ a 1%), observa-se que, dentro do grupo 1 (animais mais pesados), a coleta 1 mostrou-se superior ($P < 0,05$) à coleta 2, e não diferiu da 3, bem como não houve diferença entre as coletas 2 e 3. Dentro do grupo 2 (animais mais leves), o teor de ferro do plasma na coleta 3 foi inferior ($P < 0,01$) aos das coletas 1 e 2, as quais não diferiram entre si.

Quadro 27 - Desdobramento da soma de quadrados da interação grupo x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	10625,3305		
Coletas d.G1	2	267,4713	133,7357	4,22 *
Coletas d.G2	2	1253,3693	626,6846	19,79 **
RxC	2	701,4194	350,7097	11,07 **
NxC	2	506,1492	253,0746	7,99 **
GxRxN	2	270,3110	135,1555	4,27 *
GxNxC	2	211,9797	105,9899	3,35 *
RxNxC	2	2209,3673	1104,6837	34,88 **
GxRxNxC	2	287,3622	143,6811	4,54 *
Resíduo(b)	32	1013,4258	31,6696	
Total	71	17346,1857		

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

O quadro seguinte mostra os teores de ferro no plasma ($\mu\text{g}\%$), nas raças Canchim e Charolês, para as diferentes coletas.

Coletas Raças				
	1	2	3	Média
Canchim	66,96	65,31	52,89	61,72
Charolês	49,39	41,81	44,56	45,25
Média	58,18	53,56	48,72	53,49

Houve interação significativa ($P < 0,01$) raça x coleta.
O desdobramento da interação é mostrado no quadro 28.

Quadro 28 - Desdobramento da soma de quadrados da interação raça
x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	10625,3305		
Coletas d.R1	2	1419,5051	709,7526	22,41**
Coletas d.R2	2	352,7214	176,3607	5,57**
GxC	2	450,0504	225,0252	7,11**
NxC	2	506,1492	253,0746	7,99**
GxRxN	2	270,3110	135,1555	4,27*
GxNxN	2	211,9797	105,9899	3,35*
RxNxN	2	2209,3673	1104,6837	34,88**
GxRxNxN	2	287,3622	143,6811	4,54*
Resíduo(b)	32	1013,4258	31,6696	
Total	71	17346,2026		

* ($P < 0,05$)

** ($P < 0,01$)

As coletas apresentaram diferenças significativas ($P < 0,01$) dentro das raças Canchim e Charolesa. A comparação pelo teste de Tukey ($\Delta = 5,64$ a 5% e $\Delta = 7,20$ a 1%) mostra que dentro

da raça Canchim o teor de ferro do plasma na coleta 3 foi inferior ($P < 0,01$) aos das coletas 1 e 2, as quais foram iguais entre si. Dentro da raça Charolesa, a coleta 1 foi superior ($P < 0,01$) à coleta 2, e semelhante à 3, e as coletas 2 e 3 foram semelhantes.

Os teores médios de ferro no plasma ($\mu\text{g}\%$) dos animais sob as duas dietas, nas diferentes coletas, são mostrados no quadro a seguir.

Níveis	Coletas			Média
	1	2	3	
A	59,17	48,07	46,61	51,28
B	57,17	59,05	50,85	55,69
Média	58,17	53,56	48,73	53,49

O quadro geral de análise de variância mostra interação significativa ($P < 0,01$) nível x coleta. O quadro 29 apresenta o desdobramento da soma de quadrados da interação.

As coletas diferiram significativamente ($P < 0,01$) dentro dos dois níveis de energia da ração. Pelo teste de Tukey ($\Delta = 5,64$ a 5% e $\Delta = 7,20$ a 1%), observa-se que dentro do nível A o teor de ferro no plasma na coleta 1 é superior ($P < 0,01$) aos das coletas 2 e 3, as quais não diferem entre si. Dentro do nível B, o teor na coleta 3 foi inferior aos das coletas 1 e 2 (1 a 5% e 2 a 1%), as quais não diferiram entre si.

Quadro 29 - Desdobramento da soma de quadrados da interação nível x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	10625,3305		
Coletas d.A	2	1133,3477	566,6738	17,89**
Coletas d.B	2	443,5854	221,7927	7,00**
GxC	2	450,0504	225,0252	7,11**
RxC	2	701,4194	350,7097	11,07**
GxRxN	2	270,3110	135,1555	4,27*
GxNxC	2	211,9797	105,9899	3,35*
RxNxC	2	2209,3673	1104,6837	34,88**
GxRxNxC	2	287,3622	143,6811	4,54*
Resíduo(b)	32	1013,4258	31,6696	
Total	71	17346,1794		

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

Os teores de ferro no plasma de novilhos Canchim e Charolês (61,72 e 45,25 µg por 100 ml, respectivamente) foram baixos, e inferiores ao teor normal mínimo, que segundo HAYS e SWENSON (1975) é de 100 µg por 100 ml.

Foi observada diferença entre raças, e interação raça x coleta. Coletas variaram entre si dentro das duas raças. Na raça Canchim, os teores mantiveram-se da coleta 1 à 2, e depois caíram até a coleta 3, enquanto na Charolesa, diminuíram da coleta 1 à 2, e não se alteraram até a coleta 3. Esse comportamento diferente promoveu as diferenças encontradas entre as raças.

Níveis não afetaram os teores de ferro no plasma, mas houve interação nível x coleta. Sob o nível A, os teores de ferro diminuíram da coleta 1 à 2, e após mantiveram-se semelhantes. Sob o nível B, não diferiram nas coletas 1 e 2, e caíram na coleta 3. Esses efeitos diferentes promoveram semelhança nos dois níveis energéticos da dieta.

Coletas variaram entre si quanto aos teores de ferro no plasma. Nos dois grupos os níveis de ferro também diferiram entre si, com os maiores valores correspondendo aos animais do grupo mais pesado. A interação grupo x coleta revelou que dentro do grupo de animais mais pesados os teores de ferro diminuíram da coleta 1 à 2, mantendo-se constantes até a coleta 3. No outro grupo, os teores foram semelhantes nas coletas 1 e 2, e caíram até a coleta 3. Esses efeitos distintos provocaram as diferenças encontradas entre grupos e entre coletas.

4.8. Hemoglobina

O quadro 30 apresenta a análise geral de variância dos teores de hemoglobina no sangue de novilhos Canchim e Charolês.

Os resultados indicam que houve efeito significativo ($P < 0,01$) de raça sobre o teor de hemoglobina. A raça Canchim apresentou teor médio de 10,63g por 100 ml de sangue, enquanto a Charolesa 8,92g%. Não houve efeito de níveis, nem interação raça x nível. Não foi significativo o efeito de coleta, nem houve interação raça x coleta, indicando que as raças apresentaram variação semelhante nas três coletas.

Quadro 30 - Análise geral de variância dos teores de hemoglobina no sangue de novilhos Canchim e Charolês

FV	GL	SQ	QM	F
G	1	2,1356	2,1356	2,07
R	1	52,7023	52,7023	51,05**
N	1	0,2223	0,2223	0,22
RxN	1	0,1422	0,1422	0,14
Resíduo(a)	19	19,6155	1,0324	
Parcelas	23	74,8179		
C	2	1,1079	0,5540	2,65
GxC	2	2,6677	1,3338	6,37**
RxC	2	1,1411	0,5706	2,72
NxC	2	1,0744	0,5372	2,57
GxRxN	2	0,1011	0,0506	0,24
GxNxC	2	1,2478	0,6239	2,98
RxNxC	2	1,9745	0,9872	4,71*
GxRxNxC	2	0,5700	0,2850	1,36
Resíduo (b)	32	6,7022	0,2094	
Total	71	91,4046		

*(P < 0,05)

** (P < 0,01)

O quadro 31 mostra os teores médios das duas raças, dos dois grupos e dos dois níveis de ração, nas diferentes coletas, em g por 100 ml de sangue.

Quadro 31 - Teores médios de hemoglobina no sangue de novilhos Canchim e Charolês, nos dois grupos e dois níveis de ração nas diferentes coletas (grama por 100 ml)

Coletas Raças	1	2	3	Média
Canchim	10,50	10,50	10,95	10,65
Charolês	8,78	9,05	8,93	8,92
Média	9,64	9,78	9,94	9,78

Coletas Grupos	1	2	3	
1	10,07	9,88	9,90	9,95
2	9,22	9,62	9,98	9,61
Média	9,64	9,75	9,94	9,78

Coletas Níveis	1	2	3	
A	9,87	9,75	9,88	9,83
B	9,42	9,75	10,00	9,72
Média	9,64	9,75	9,94	9,78

Houve interação significativa ($P < 0,01$) grupo x coleta. O desdobramento da soma de quadrados é apresentado no quadro 32.

Quadro 32 - Desdobramento da soma de quadrados da interação grupo x coleta

FV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	23	74,8179		
Coletas d.G1	2	0,2546	0,1273	0,61
Coletas d.G2	2	3,5292	1,7646	8,43**
RxC	2	1,1411	0,5706	2,72
NxC	2	1,0744	0,5372	2,57
GxRxN	2	0,1011	0,0506	0,24
GxNxC	2	1,2478	0,6239	2,98
RxNxC	2	1,9745	0,9872	4,71*
GxRxNxC	2	0,5700	0,2850	1,36
Resíduo (b)	32	6,7022	0,2094	
Total	71	91,4128		

* ($P < 0,05$)

** ($P < 0,01$)

Esses resultados mostram que as coletas diferiram significativamente ($P < 0,01$) entre si apenas nos animais do grupo 2 (mais leves). A comparação pelo teste de Tukey ($\Delta = 0,458$ a 5% e $\Delta = 0,585$ a 1%) revela que o teor médio de hemoglobina na coleta 3 foi superior ($P < 0,01$) ao da coleta 1, e semelhante à coleta 2; enquanto as coletas 1 e 2 não diferiram entre si.

O teor médio de hemoglobina dos novilhos Canchim (10,6 gramas por 100 ml) é inferior ao limite mínimo, que segundo *UNDERWOOD (1966; 1971)* e *SWENSON (1975)*, é de 11g por 100 ml, mas, semelhante a média encontrada por *DAVIS et alii (1958)* em bovinos de corte (10,7 g%). Os novilhos Charolês revelaram teor médio de hemoglobina (8,9 g%) inferior aos Canchim. Entretanto, esses valores estão acima do limite inferior, relatado por *FRENCH e CHICCO (1961a)*, de 8 g%, abaixo do qual existe possibilidade de deficiência. Na raça Charolesa, *PENNY e SCOFIELD (1966)* e *DOORNENBAL (1977)* relataram médias de 13,1 e 14,5 g%, respectivamente.

As diferenças encontradas no teor de hemoglobina entre raças concordam com os resultados de *MCDONALD et alii (1956)*, *PRICE et alii (1957)* e *ALEXANDER et alii (1959)*, em bovinos de corte, e por *BYERS et alii (1952)*, em bovinos leiteiros. Contudo, discordam dos resultados encontrados por *RANGEL (1952)*, em Indubrasil e Gir; e dos relatados por *MC CAY (1931)*, *BROOKS e HUGHES (1932)*, *MATRONE et alii (1947)* e *RUSSOFF et alii (1954)*, em bovinos leiteiros.

PENNY e SCOFIELD (1966) encontraram semelhança nos teores de hemoglobina em raças de corte e leiteiras.

Níveis não influenciaram sobre os teores de hemoglobina. Resultados semelhantes foram encontrados por MC CAY (1931), REID *et alii* (1948), BYERS *et alii* (1952) e BRATTON *et alii* (1959), em bovinos leiteiros, e por BOHMAN *et alii* (1959) e EL-SABBAN *et alii* (1971), em bovinos de corte. Por outro lado, discordam dos resultados de KEHAR e MURTY (1945), BEDRAK *et alii* (1956), BEDRAK *et alii* (1957), BOHMAN *et alii* (1959), em gado de corte, os quais relataram que baixos níveis de proteína promoveram menores teores de hemoglobina, e dos resultados de MEACHAM *et alii* (1964) e ROUBICEK *et alii* (1968), que encontraram menores teores de hemoglobina em bovino de corte consumindo ração baixa em energia e proteína. STUFFLEBEAM *et alii* (1969) observaram menores teores de hemoglobina em gado de corte sob baixo consumo de energia. Observa-se que a ração B, utilizada neste experimento, não só era mais rica em energia como em proteína, pois A e B foram calculadas para manterem idêntica relação proteína-energia; além disso, o consumo de B foi superior ao de A.

Grupo não afetaram os teores de hemoglobina do sangue. ALEXANDER *et alii* (1959) concluíram que hemoglobina foi inversamente relacionada com taxa de ganho de peso de bovinos de corte, e ARTHAUD *et alii* (1959) não obtiveram correlação entre

hemoglobina e taxa de ganho de peso. Por outro lado, resultados de *PRICE et alii* (1957) , *BHANNASIRI et alii* (1961) , *LUITING* (1962) e *WILSON e DINKLE* (1968) em gado de corte, e de *THOMAS et alii* (1954), em gado de leite, mostraram relação direta entre teor de hemoglobina e peso do animal.

Coletas não afetaram os teores de hemoglobina, mas houve interação grupo x coleta, revelando que esses teores variaram entre si, nas diferentes coletas, apenas no grupo de animais mais leves. Assim, o teor na coleta 3, foi superior ao teor inicial, promovendo a semelhança nos teores médios de hemoglobina de cada grupo.

4.9. Interrelação entre os componentes do sangue

Os quadros 33 , 34 e 35 mostram os resultados das correlações simples entre os teores de minerais do soro e do plasma, e entre minerais e hemoglobina.

Quadro 33 - Correlação simples entre os teores de minerais do soro e do plasma, e entre minerais e hemoglobina em novilhos da raça Canchim

	FeS	FeP	CuS	CuP	PS	PP	CaS
Hb	0,07	0,68 [*]	0,68 [*]	-0,12	0,20	0,16	0,12
FeS		-0,54	-0,46	0,49	-0,83 ^{**}	-0,49	-0,79 ^{**}
FeP			0,84 ^{**}	-0,52	0,80 ^{**}	0,34	0,71 ^{**}
CuS				-0,32	0,67 [*]	0,49	0,54
CuP					-0,55	-0,10	-0,63 [*]
PS						0,47	0,80 ^{**}
PP							0,06

Convenções: Hb - Hemoglobina; FeS - Ferro no soro; FeP - Ferro no plasma; CuS - Cobre no soro; CuP - Cobre no plasma; PS - Fósforo no soro; PP - Fósforo no plasma; CaS - Cálcio no soro.

Quadro 34 - Correlação simples entre os teores de minerais do so
ro e do plasma, e entre minerais e hemoglobina em no
vilhos da raça Charolesa

	FeS	FeP	CuS	CuP	PS	PP	CaS
Hb	0,15	0,63*	0,43	0,01	0,23	0,04	0,34
FeS		0,24	0,12	-0,35	-0,41	-0,49	-0,43
FeP			0,52	-0,001	0,05	-0,20	0,12
CuS				-0,43	0,03	-0,22	0,66*
CuP					0,49	0,62*	-0,06
PS						0,88**	0,63*
PP							0,47

Quadro 35 - Correlação simples entre os teores de minerais do so
ro e do plasma, e entre minerais e hemoglobina, em no
vilhos das raças Canchim e Charolesa

	FeS	FeP	CuS	CuP	PS	PP	CaS
Hb	0,57**	0,79**	0,72**	0,49*	0,32	0,08	0,26
FeS		0,28	0,26	0,61**	-0,04	-0,19	-0,32
FeP			0,84**	0,33	0,31	0,03	0,41*
CuS				0,27	0,29	0,10	0,50*
CuP					0,39	0,35	-0,11
PS						0,82**	0,60**
PP							0,33

O quadro 33 mostra a existência de correlações entre componentes do sangue de novilhos Canchim. Houve correlação positiva ($P < 0,05$) entre hemoglobina e ferro no plasma e hemoglobina e cobre no soro. Ferro no soro correlacionou-se negativamente ($P < 0,01$) com fósforo e com cálcio no soro. Existiu correlação positiva ($P < 0,01$) entre ferro no plasma e cobre no soro, e de ferro no plasma com fósforo e com cálcio no soro. Cobre e fósforo no soro estão correlacionados positivamente ($P < 0,05$). Houve correlação negativa ($P < 0,05$) entre cobre no plasma e cálcio no soro, e positiva ($P < 0,01$) entre fósforo e cálcio no soro.

Na raça Charolesa, como mostra o quadro 34, também houve correlação entre componentes do sangue. Foi positiva a correlação ($P < 0,05$) entre hemoglobina e ferro no plasma, bem como a de cobre e cálcio no soro ($P < 0,05$). Houve correlação positiva ($P < 0,05$) entre cobre e fósforo no plasma, e entre fósforo no soro e no plasma ($P < 0,01$), e ainda entre fósforo e cálcio no soro ($P < 0,05$).

Na análise conjunta dos teores sanguíneos de novilhos Canchim e Charólês, como mostra o quadro 35, observa-se que houve correlação positiva ($P < 0,01$) de hemoglobina com ferro e com cobre do soro, e com ferro do plasma, e de hemoglobina com cobre do plasma ($P < 0,05$). Ferro do soro está correlacionado positivamente ($P < 0,01$) com cobre no plasma. Houve correlação positiva ($P < 0,01$) de ferro no plasma com cobre no soro, e com cálcio

no soro ($P < 0,05$). Cobre e cálcio do soro estão correlacionados positivamente ($P < 0,05$), bem como fósforo no soro e no plasma ($P < 0,01$) e entre fósforo e cálcio no soro ($P < 0,01$).

DAYRELL et alii (1973a) também encontraram correlação positiva e significativa entre fósforo no soro e no plasma.

Ao contrário dos resultados encontrados no presente trabalho, *PAYNE et alii (1946)* relataram correlação negativa e significativa entre os teores de cálcio e fósforo no soro.

A semelhança dos resultados obtidos neste trabalho, *BARNES e JEPHCOTT (1959)* e *HEYNS (1971)* relataram ausência de relacionamento entre hemoglobina e fósforo no soro de bovinos.

MATRÔNE et alii (1947), em bovinos leiteiros, também não encontraram correlação entre cobre e ferro no soro.

5. CONCLUSÕES

Ressalvadas as possíveis influências de ectoparasitas, qualidade inferior da ração A , estado pós-absortivo, peso de animal, bem como efeito depressivo de gaiola, conclui-se:

- 1 - Quase na totalidade, as concentrações de minerais e de hemoglobina encontradas no sangue de novilhos Canchim e Charolês, podem ser aceitas como normais, tendo em vista que:
 - a) se enquadram dentro dos níveis considerados normais pela literatura;
 - b) foi tido também como normal o desempenho dos animais durante a fase de experimentação.

- 2 - As raças empregadas diferem entre si quanto a hemoglobina, cálcio no soro, e quanto a cobre e ferro no soro e no plasma.
- 3 - As dietas exercem influência sobre os componentes inorgânicos analisados, mesmo tendo havido suplementação liberal de minerais.
- 4 - Tendo havido correlação entre diversos dos elementos analisados, torna-se possível diminuir o número deles, e limitar-se apenas aos de determinação mais fácil ou mais precisa.

6. RESUMO

Buscou-se determinar a composição do sangue bovino quanto a fósforo, cálcio, cobre, ferro e hemoglobina, e medir os efeitos do nível energético da ração sobre esses componentes sanguíneos. Com esse objetivo, foi conduzido um ensaio em instalações da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de São Carlos (UEPAE - São Carlos), em São Paulo, pertencente a EMBRAPA. Foram utilizados 24 bovinos machos inteiros, sendo 12 da raça Canchim e 12 da Charolesa, com pesos médios de 257,75 e 216,25 kg, respectivamente, e idade entre 15 a 17 meses. As rações experimentais eram constituídas de feno de Rhodes (nível A) , e 30% do mesmo feno mais 50% de milho em grãos moídos e

20% de torta de algodão (nível B). Seguiu-se um esquema fatorial, envolvendo 2 raças, 2 níveis de arraçoamento e 3 coletas, analisados em "split plot" no tempo. Fósforo, cobre e ferro foram analisados no soro e plasma ; cálcio no soro e hemoglobina no sangue. As médias de fósforo da raça Canchim foram 7,23 e 6,67 mg por 100 ml de soro e plasma, respectivamente; cálcio no soro de 10,56 mg%; cobre no soro 1,01 e no plasma 1,19 µg por ml ; ferro no soro 118,13 e no plasma de 61,72 µg por 100 ml ; hemoglobina 10,63 g por 100 ml. Na raça Charolesa, 6,99 mg% de fósforo no soro e 6,21 mg% no plasma ; 9,91 mg% de cálcio no soro ; 0,83 e 0,99 µg de cobre por ml de soro e plasma, respectivamente ; 81,29 e 45,25 µg% de ferro no soro e plasma, respectivamente ; e 8,92 g% de hemoglobina. A dieta de maior nível energético promoveu maiores teores de cálcio e cobre no soro e de fósforo no plasma. Os animais do grupo mais pesado revelaram maiores teores de cálcio, fósforo e cobre no soro, e de fósforo e ferro no plasma, que os do outro grupo, os quais apresentaram teores superiores de ferro no soro. Relacionamentos entre componentes sanguíneos foram efetuados.

7. SUMMARY

A feeding trial was carried in order to study the effect of dietary energy level on blood phosphorus calcium, copper, iron and hemoglobin concentrations.

Twelve Charolais and 12 Canchim (5/8 Zebu x 3/8 Charolais breed) bulls, aging between 15 - 17 months and weighing an average of 216 and 258 kg, respectively. A lower energy experimental ration (ration A) was made up with Rhodes grass (*Chloris gayana* - Kunt) hay, and a higher energy ration (ration B) was made up with 30% of Rhodes hay, 50% of ground corn and 20% of cotton seed meal. The experimental design followed a factorial scheme involving 2 breeds, 2 feeding le-

vels and 3 collection per animal. Data were analysed according to a split plot on time. Phosphorus, copper and iron were analysed in serum and plasma ; calcium in serum only, and hemoglobin in the whole blood. The average concentrations for the Canchim breed were: 7.23 and 6.67 mg of phosphorus per 100 ml of serum and plasma, respectively ; 10.56 mg% of calcium in serum ; 1.01 of copper in serum and 1.19 μg per ml in plasma ; 118.13 μg per 100 ml of iron in serum and 61.72 μg in plasma; and 10.63 g of hemoglobin per 100 ml of blood. For the Charolais breed: 6.99 mg% of phosphorus in serum and 6.21 mg% in plasma ; 9.91 mg% of calcium in serum ; 0.83 μg of copper in serum and 0.99 μg per ml in plasma ; 81.29 μg % of iron in serum and 45.25 μg % in plasma; and 8.92 g% of hemoglobin. The higher energy diet resulted in higher levels of calcium and copper in serum and higher phosphorus in plasma. Havier animals were higher in serum calcium, phosphorus and copper, and plasma phosphorus and iron; lighter animals were higher in serum iron. Correlations among the various blood components were detected.

4. LITERATURA CITADA

- ALEXANDER, G.I.; D.A. PRICE; R. BOGARD e H. KRUEGER. 1959. Rate and efficiency of gains in beef cattle. VII Hematology of growing Hereford and Angus calves. *Oregon Agr. Exp. Sta. Bul.*, n° 47.
- ALEXANDER, G.I.; H. KRUEGER e R. BOGARD. 1958. Rate and efficiency of gains in beef cattle. V. Serum phosphatases of growing Hereford and Angus calves. *Oregon Agr. Exp. Sta. Bul.*, n° 42.
- A.O.A.C. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). 1975. *Official methods of Analys.* 12a. ed., Washington D.C. 1015 p.
- ARTHAUD, R.L.; A.B. SCHULTZE; R.M. KOCH e V.H. ARTHAUD. 1959. Relationship of certain blood constituents to rate and economy of gain in beef cattle. *J. Anim. Sci.* Albany, 18: 314-322.
- BARISSON VILLARES, J. e H.M.T. SILVA. 1956. Contribuição para o estudo das carências minerais em bovinos no Estado de São Paulo. *Bol. Ind. Anim.* São Paulo, 15: 5-22.

BARNES, J.E. e B.R. JEPHCOTT. 1959. Biochemical studies of cattle in the Northern Territory. I. Seasonal variation of blood phosphorus and haemoglobin levels on the Barkly Tableland. *Aust. Vet. J.* Sidney, 35: 276-279.

BECKER, R.B.; J.R. HENDERSON e R.B. LEIGHTY. 1965. Mineral malnutrition in cattle. *Florida Agr. Exp. Sta. Bul.*, n° 699.

BECKER, R.B.; T.C. ERWIN e J.R. HENDERSON. 1946. Relation of soil type and composition to the occurrence of nutritional anemia in cattle. *Soil Sci.* Baltimore, 62: 383-392.

BEDRAK, E.; A.C. WARNICK; J.F. HENTGES, JR. e T.J. CUNHA. 1957. The effect of varying protein intake on blood composition, reproduction and gains in two-year-old Hereford heifers. *J. Anim. Sci.* Albany, 16: 1102-1103 (abst.).

BEDRAK, E.; A.C. WARNICK; J.F. HENTGES, JR.; T.J. CUNHA e J.P. FEASTER. 1956. The effect of varying protein intake on: Reproduction, blood composition and weight changes of beef heifers. *J. Anim. Sci.* Albany, 15: 1283 (abst.).

BHANNASIRI, T.; R. BOGARD e H. KRUEGER. 1961. Hemoglobin and blood cells of growing beef cattle. *J. Anim. Sci.* Albany, 20: 18-21.

BINGLEY, J.B. e B.J. CARRILLO. 1966. Hypocupresis of cattle in the Argentine. *Nature.* London, 209: 834-835.

- BOHMAN, V.R. e M.A. WADE. 1958. The effect of certain feed additives on the tissues of fattening beef cattle. *J. Anim. Sci.* Albany, 17: 124-132.
- BOHMAN, V.R.; M.A. WADE e C. TORELL. 1959. Effect of animal fat and protein supplements on range beef cattle. *J. Ani. Sci.* Albany, 18: 567-577.
- BOTERO, F.M.L. e J.J.V. FRANCO. 1972. Efectos del hierro aplicado por via parenteral sobre el contenido de hemoglobina en la sangre y el crecimiento de los terneros. *I.C.A.* Bogotá, 7: 395-403.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. *Centro Nacional de Pesquisas Agronômicas*. 1960. Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo, Rio de Janeiro, Bol. 12. 605 p.
- BRATTON, R.W.; S.D. MUSGRAVE; H.O. DUNN e R.H. FOOTE. 1959. Causes and prevention failures in dairy cattle. II. Influence of underfeeding and overfeeding from birth to 80 weeks of age on growth, sexual development and semen production of Holsten bulls. *Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bul*, nº 940.
- BRIGGS, H.M. e W.D. GALLOP. 1949. Metabolism stalls for wethers and steers. *J. Anim. Sci.* Albany, 8: 479-482.
- BROOKS, H.J. e J.S. HUGHES. 1932. The hemoglobin content of the blood of dairy cattle. *J. Nutr.* Philadelphia, 5: 35-38.
- BYERS, J.H.; I.R. JONES e J.R. HAAG. 1952. Blood hemoglobin values of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* Champaign, 35: 661-667.

CAMPBELL, A.G.; M.R. COUP; W.H. BISHOP e D.E. WRIGHT. 1974. Effect of elevated iron intake on the copper status of grazing cattle. *N.Z.J. Agric. Res.* Wellington, 17: 393-399.

CHAPMAN Jr., H.L.; S.L. NELSON; R.W. KIDDER; W.L. SIPPEL e C.W. KIDDER. 1962. Toxicity of supric sulfate for beef cattle. *J. Anim. Sci.*, Albany, 21: 960-962.

CHICCO, C.F. e M.H. FRENCH. 1959. Observaciones sobre deficiencias del calcio y fosforo en los animales de las regiones ganaderas del centro y este de Venezuela. *Agronomia Tropical*, Maracay, 9: 41-62.

CHURCH, D.C. 1971. Nutrition. In: CHURCH, D.C. ed. *Digestive physiology and nutrition of ruminants*. Corvallis, Oregon St. Univ., v. 2, p. 401-801.

CLAYPOOL, D.W.; F.W. ADAMS; H.W. PENDELL; N.A. HARTMANN e J.F. BONE. 1975. Relationship between the level of copper in the blood plasma and liver of cattle. *J. Anim. Sci.* Albany, 41: 911-914.

COHEN, R.D.H. 1975. Phosphorus and the grazing ruminant. *World Rev. Anim. Prod.* Roma, 11: 27-43.

COMMITTEE MINERAL NUTRITION. 1973. Tracing and treating mineral disorders in dairy cattle. Central for Agriculture Publishing and Documentation, Wageningen, Netherland.

CONRAD, J.H. 1976. Phosphorus supplementation for increasing reproduction in cattle. In: Ruminant Livestock Production System Seminar. Georgetown. p. 1-11.

CONRAD, J.H. e J.C. SOUZA. 1976. Predição de deficiências minerais em ruminantes baseado em solo, planta e tecido animal. In: Simpósio Latino-Americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens. Belo Horizonte. UFMG, UFV, EPAMIG, USAID, p. 251-260.

COSTA CRUZ, T.A.; J.M. PESSOA e V.P. COSTA VAL. 1966. Determinação dos teores séricos normais de cálcio, em bovinos leiteiros. *Arqs. Esc. Vet. U.F.M.G.* Belo Horizonte, 18: 83-89.

DAVIS, G.K.; J.T. MCCALL e W.G. KIRK. 1958. Normal levels of hemoglobin, hematocrit, calcium, phosphorus, and some micro-elements in the blood of Florida beef cattle. *J. Anim. Sci.* Albany, 17: 1181 (abst.).

DAYRELL, M.S.; H.O.S. LOPES; I.B.M. SAMPAIO e J. DÖBEREINER. 1973a. Fatores a serem considerados na interpretação de valores analíticos de fósforo inorgânico no soro sanguíneo de bovinos. *Pesq. Agropec. Bras. Ser. Vet.* Rio de Janeiro, 8: 43-47.

DAYRELL, M.S.; H.O.S. LOPES; J.A.D.C. AROEIRA; J.M. FERREIRA NETO e I.B. M. SAMPAIO. 1972. Teores de cálcio, magnésio, fósforo inorgânico e atividade da fosfatase alcalina no soro sanguíneo de bovinos criados no cerrado. *Arqs. Esc. Vet. U.F.M.G.* Belo Horizonte, 24: 265-274.

- DAYRELL, M.S.; J. DÖBEREINER e C.H. TOKARNIA. 1973b. Deficiência de fósforo em bovinos na região de Brasília. *Pesq. Agropec. Bras.*, ser. Vet. Rio de Janeiro, 8: 105-114.
- DOORNENBALL, H. 1977. Physiological and endocrine parameters in beef cattle: breed, sex and year differences. *Can. J. Comp. Med.* Garden Valley, 41: 13-18.
- DUNCAN, D.L. 1958. The interpretation of studies of calcium and phosphorus balance in ruminant. *Nutr. Abst. Rev.* Aberdeen, 28: 695-715.
- EL-SABBAN, F.F.; H. ROTHENBACHER; T.A. LONG e B.R. BAUMGARDT. 1971. Certain blood constituents and serum transaminases in Hereford steers fed high-energy rations. *Am. J. Vet. Res.* Chicago, 32: 1027-1032.
- EVANS, J.L. e G.K. DAVIS. 1966. Dietary phosphorus, sulfur and molybdenum and mineral composition of rumen fluid. *J. Anim. Sci.* Albany 25: 1014-1018.
- FICK, K.R.; L.R. MCDOWELL; R.H. HOUSER e H.M. SILVA. 1976. Atual situação da pesquisa de minerais na América Latina. In: Simpósio Latino-Americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens, Belo Horizonte, U.F.MG., U.F.V., EPAMIG, USAID, p. 261-297.
- FRENCH, M. H. e C.F. CHICCO. 1961a. Niveles de hemoglobina en la sangre del ganado vacuno en Venezuela. *Agronomia Tropical*. Maracay, 10: 161-168.

- FRENCH, M.H. e C.F. CHICCO. 1961b. Observaciones sobre deficiencias de calcio y fosforo en los animales de los Andes y sus inmediaciones. *Agronomia Tropical*. Maracay, 11: 157-173.
- GIÓVINE, N. 1943. Estudo clínico da deficiência de fósforo nos bovinos de Minas Gerais. *Arg. Esc. Vet. MG*. Belo Horizonte, 1: 17-25.
- GOMIDE, J.A. 1976. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. In: Simpósio Latino-Americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens, Belo Horizonte. U.F.MG, U.F.V., EPAMIG, USAID. p. 20-33.
- GREAVES, J.E.; E.J. MAYNARD e W. REEDER. 1934. Influence of calcium phosphorus intake on bovine blood. *J. Agri. Sci.* Cambridge, 48: 1033-1041.
- GUIMARÃES, J.M.A.B. e C.N.B. NASCIMENTO. 1971. Efeito da suplementação mineral sobre a percentagem de nascimento de bezerros em rebanhos de bovinos de corte na Ilha de Marajó. Inst. Pesq. Exp. Agropec. Norte, Sér, Estudos sobre bovinos. Belém, 1: 37-57.
- HARTMANS, J. 1974. Tracing and treating mineral disorders in cattle under field conditions. In: Trace elements metabolism in animals. Proc. Sec. Int. Sym. on trace elements metabolism in animals. Madison. University Park Press, Baltimore, p. 261-273.
- HARRIS, L.E. 1970. Compilation of data to prepare feed composition tables for the Latin American tropics. Gainesville, Center for Tropical Agriculture.

- HARVEY, J.M. 1952. Cooper deficiency in Ruminants in Queensland. *Aust. Vet. J.* Sidney, 28: 209-215.
- HAYS, V.W. e M.J. SWENSON. 1975. Minerals. In: SWENSON, M.J. ed. *Duke's Physiology of Domestic Animals*. 8a. ed. Itaca, Cornell University Press, p. 663-690.
- HEYNS, H. 1971. The relationship between various blood constituents of young Afrikaner bulls. *J. Agr. Sci.* Cambridge, 77: 337-338.
- HOGAN, K.G.; D.F.L. MONEY e A. BLAYNEY. 1968. The effect of a molybdate and sulphate supplement on the accumulation of copper in the livers of Penned sheep. *N.Z.J. Agric. Res.* Wellington, 11: 435-444.
- HORN, L.H.; M.L. PAY e A.L. NEWMANN. 1954. Digestion and nutrient-balance stalls for steers. *J. Anim. Sci.* Albany, 13: 20-24.
- IVAN, M. e C.M. GRIEVE, 1975. Effects of zinc, copper and manganese supplementation of high-concentrate ration of digestibility, growth, and tissue content of Holstein calves. *J. Dairy Sci.* Champaign, 58: 410-415.
- JOHNSON, S.R. 1938. The level of inorganic phosphorus in the blood of dairy cattle. *J. Nutr.* Philadelphia, 17: 15-21.
- KEHAR, N.D. e V.V.S. MURTY. 1945. Blood changes in cattle fed on a protein deficient diet. *Indian J. Vet. Sci.* New Delhi, 15: 183-188.
- KOEPPEN, W. 1948, *Climatologia*, Buenos Aires, Gráfica Panamericana, 478p.

LISTER, E.E.; W. SZEPESI; K.A. WINTER; H.F. JEFFERS e V.S. LOGAN. 1971.

Effect of supplemental ration on changes in blood components of steers given access to lush pasture. *Can. J. Anim. Sci.* Ottawa, 51: 179-186.

LOPES, H.O.S.; J.M. FERREIRA NETO e J.A.F. VELOSO. 1972. Estudo dos teo

res de cálcio, fósforo, magnésio e atividade da fosfatase alcalina em bovinos criados no cerrado. *Arqs. Esc. Vet. U.F.MG.* Belo Horizonte , 24: 33-43.

LUITING, H.C. 1962. Protein-bound iodine, erythrocytes, and haemoglobin

in the blood of beef steers and their relation to rate of gain. *J. Agric. Sci.* Cambridge, 58: 287-290.

MAC DONALD, M A.; H. KRUEGER e R. BOGARD. 1956. Rate and efficiency of

gains in beef cattle. IV. Blood hemoglobin, glucose, urea, amino acid nitrogen, creatinine, and uric acid of growing Hereford and Angus calves. *Oregon Agr. Exp. Sta. Bul.* n° 36.

MATRONE, G.; W.J. PETERSON; H.M. BAXLEY e C.D. GRINNELLS. 1947. Copper

and iron in the blood serum of dairy cows. *J. Dairy Sci.* Champaign, 30: 121-126.

MC CAY, C.M. 1931. The hemoglobin and total phosphorus in the blood of

cows and bulls. *J. Dairy Sci.* Champaign, 14: 373-378.

MC DOWELL, L.R. e J.H. CONRAD. 1977. The importance of trace mineral

nutrition in Latin America. *Florida Agric. Sta. J. Sér.* n° 674.

- MC DOWELL, L.R.; R.H. HOUSER; K.R. FICK e M.O. MENDES. 1976. O ferro, o manganês e o zinco na nutrição de ruminantes. In: Simpósio Latino-Americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens, Belo Horizonte. U.F.MG, U.F.V., EPAMIG, USAID p. 167-180.
- MEACHAM, T.N.; A.C. WARNICK; T.L. CUNHA; J.F. HENTGES, JR. e R.L. SHIRLEY. 1964. Hematological and histological changes in young beef bulls feed low protein rations. *J. Anim. Sci.* Albany 23: 380-384.
- MENICUCCI SOBRINHO, L. 1943. Carência de fósforo e cálcio nos bovinos. *Arqs. Esc. Vet. M.G.* Belo Horizonte. 1: 9-15.
- MILLER, W.J. 1974. Role of biochemical measurements in diagnosing mineral deficiency problems in farm animals. *Feedstuffs*. Minneapolis, 46: 24-25.
- MITHUJI, G.F.; P.C. SHUKLA e B.M. PATEL. 1966. Hematological studies in Kankrej cattle. *Ind. Vet. J.* New Delhi, 43: 605-612.
- MOXON, A.L.; T.M. PAULSEN e L.E. JOHNSON. 1947. Blood calcium and phosphorus levels in range cattle. *J. Anim. Sci.* Albany, 6: 489 (abst).
- MYLREA, P.J. e R.F. BAYFIELD. 1968. Concentrations of some components in the blood and serum of apparently healthy dairy cattle. *Aust. Vet. J.* Sidney, 44: 565-569.
- OSER, B.L. 1965. Hawk's physiological chemistry. New York, Mc Graw Book Company 1472 p.

- PATEL, B.M.; G.N. MEMON e V.V. MISTRY. 1966. Inorganic phosphorus, calcium and magnesium levels in the serum of Gir cattle. *Ind. Vet. J.* New Delhi, 43: 795-800.
- PAMP, D.E.; R.D. GOODRICH e J.C. MEISKE. 1976. A review of the practice of feeding minerals free choice. *World Rev. Anim. Prod.* Roma, 12: 13-18.
- PAYNE, M.G.; A.G. CLARK; H.E. KINGMAN e W.M. STANSBURY. 1946. Blood levels of calcium and inorganic phosphorus in Hereford cattle. *J. Agr. Res.* Cambridge, 72: 357-363.
- PENNY, R.H.C. e A.M. SCOFIELD. 1966. Haematological values for the clinically normal bull. *Brit. Vet. J.* London, 122: 239-247.
- PIERSON, R.E. e W.A. AANES. 1958. Treatment of chronic copper poisoning in sheep. *J. Amer. Vet. Med. Ass.* Chicago, 133: 307-311.
- PRICE, D.A.; R. BOGARD; G. ALEXANDER e H. KRUEGER. 1957. Red and white cell counts in genetically different groups of beef cattle. *J. Anim. Sci.* Albany, 16: 1111-1112 (Abst.)
- RANGEL, N.M. 1952. Contribuição ao estudo dos elementos figurados do sangue de zebus (*Bos indicus*) em Minas Gerais. *Arg. Esc. Sup. Vet. U. R.E.MG.* Belo Horizonte, 5: 16-21.
- REDA, H. e H. SALEM. 1954. A study of calcium in the blood serum of Egyptian buffaloes native and crossbred cattle. *Am. J. Vet. Res.* Chicago, 15: 561-563.

- REID, J.T.; G.M. WARD e R.L. SALSBURY. 1948. Simple versus complex concentrate mixtures for young breeding bulls. I. Growth, blood composition, and cost. *J. Dairy Sci.* Champaign, 31: 429-438.
- ROUBICEK, C.B.; R.L. TAYLOR; O.F. PAHNISH e D.E. RAY. 1968. Plasma phosphorus and blood hemoglobin concentrations in unsupplemented range cattle. *J. Anim. Sci.* Albany, 27: 1487-1493.
- RUSOFF, L.L.; J.E. JOHNSTON e C. BRANTON. 1954. Blood studies of breeding dairy bulls. J. Hematocrit, hemoglobin, plasma calcium, plasma inorganic phosphorus, alkaline phosphatase values, erythrocyte count, and leucocyte count. *J. Dairy Sci.: Champaign*, 37: 30-36.
- SALEM, H. e H. REDA. 1955. The study of inorganic phosphorus in blood in Egyptian buffaloes, native and cross-breed cattle. *Brit. Vet. J.* London, 111: 260-263.
- SÃO PAULO. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - ESALQ. 1976. Normas para elaboração de Dissertações e Teses. Editora ESALQ, Piracicaba, 29 p.
- SEN, K.C. e S.N. RAY. 1964. Nutritive values of Indian cattle feeds and the feeding of animals. *Indian Council Agr. Res. Bul.* nº 25.
- SILVA, J.F.C. 1976. Mineral em nutrição de Ruminantes - cobre, molibdênio. In: Simpósio Latino-Americano sobre pesquisa em nutrição mineral de Ruminantes em pastagens, Belo Horizonte. U.F.M.G., U.F.V., EPAMIG, USAID, p. 66-79.

STANDISH, J.F.; C.B. AMMERMAN; C.F. SIMPSON; F. C. NEAL e A.Z. PALMER.

1969. Influence of graded levels of dietary iron, as ferrous sulfate, on performance and tissue mineral composition of steers. *J. Ani. Sci.* Albany, 29: 496-503.

STEEL, R.G.D. e J.H. TORRIE. 1960. Principles and procedures of statistics: with special reference to the biological sciences. New York, Mc Graw-Hill. 418 p.

STUFFLEBEAM, C.E.; J.E. BLAKELY; J.F. LASLEY; G.B. THOMPSON e D.T. MAYER.

1969. Effect of energy intake upon the levels of certain blood components in young beef heifers. *J. Anim. Sci.* Albany, 29: 992-996.

SWENSON, M.J. 1975. Physiologic properties, cellular and chemical constituents of blood. In: SWENSON, M.J. ed. *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. 8a. ed. Itaca, Cornell University Press, p. 21-61.

THOMAS, J.W. 1970. Metabolism of iron and manganese. *J. Dairy Sci.* Champaign, 53: 1107-1123.

THOMAS, J.W.; M. OKAMOTO; W.C. JACOBSON e L.A. MOORE. 1954. A study of hemoglobin levels in the blood of young dairy calves and the alleviation of anemia by iron. *J. Dairy Sci.* Champaign, 37: 805-812.

THOMPSON, D.J. e J.C. WERNER. 1976. Cálcio, fósforo e flúor na nutrição de ruminantes. In: Simpósio Latino-Americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens. Belo Horizonte. U.F.MG. U.F.V., EPAMIG, USAID, p. 85-98.

- THORTON, I.; G.F. KERSHAW e M.K. DAVIES. 1972. An investigation into copper deficiency in cattle in the Southern Pennines. I. Identification of suspect areas using geochemical reconnaissance followed by blood copper surveys. *J. Agric. Sci. Cambridge*, 78: 157-163.
- TODD, J.R. 1971. Surveys of the mineral status of cattle in Northern Ireland. In: Mineral studies with isotopes in domestic animal. Proc. Panel Vienna, Vienna, FAO/IAEA, p. 159-163.
- TOKARNIA, C.H.; C.F.C. CANELLA; J.A. GUIMARÃES e J. DÜBEREINER. 1968. Deficiências de cobre e cobalto em bovinos e ovinos no Nordeste e Norte do Brasil. *Pesq. Agropec. Bras. sér. Vet.* Rio de Janeiro, 3: 351-360.
- TOKARNIA, C.H.; C.F.C. CANELLA; J.A. GUIMARÃES; J. DÜBEREINER e J. LANGE-NEGGER. 1970. Deficiência de fósforo em bovinos no Piauí. *Pesq. Agropec. Bras. sér. Vet.* Rio de Janeiro, 5: 483-494.
- TOKARNIA, C.H.; C.F.C. CANELLA e D. DÜBEREINER. 1960. Deficiência de cobre em bovinos no delta do Rio Paraíba, nos Estados do Piauí e Maranhão. *Arqs. Inst. Biol. Ani.* Rio de Janeiro, 3: 25-37.
- TOKARNIA, C.H.; J.A. GUIMARÃES; C.F.C. CANELLA e J. DÜBEREINER. 1971. Deficiências de cobre e cobalto em bovinos e ovinos em algumas regiões do Brasil. *Pesq. Agropec. Bras. sér. Vet.* Rio de Janeiro, 6: 61-77.
- TOKARNIA, C.H. e J. DÜBEREINER. 1976. Doenças causadas por deficiências minerais em bovinos em regime de campo no Brasil. In: Simpósio Latino-Americano sobre pesquisa em nutrição mineral de ruminantes em pastagens. Belo Horizonte, U.F.MG, U.F.V., EPAMIG, USAID, p. 298-308.

UNDERWOOD, E.J. 1966. The mineral nutrition of livestock. Aberdeen, CAB/FAO. 273 p.

UNDERWOOD, E.J. 1971. Trace elements in human and animal nutrition. New York, Academic Press, 3.^a ed. 543 p.

VIANNA, A.T.; M. SANTIAGO e F. PIMENTEL GOMES. 1962. Formação do gado Canchim pelo cruzamento Charolês x Zebu. Ministério da Agricultura, SIA. Estudos Técnicos n° 19.

WIENER, G.; A.C. FIELD e J. WOOD. 1969. The concentration of minerals in the blood of genetically diverse groups of sheep. I. Copper concentration of different seasons in Blackface, Cheviot, Welsh Mountain and crossbred sheep at pasture. *J. Agric. Sci.* Cambridge, 72: 93-101

WILSON, L.L. e C.A. DINKEL. 1968. Blood composition of Hereford steers. I. Levels of certain blood constituents at weaning and slaughter ages. *J. Anim. Sci.* Albany, 27: 1085-1091.

9 - A P E N D I C E

Teores de componentes do sangue de novilhos Canchim.

QUADRO 36 - Fósforo-soro (mg/100 ml)

Canchim	Grupos	Níveis	Coletas		
			1	2	3
695	I	A	7,83	4,62	5,70
704			8,04	5,91	5,53
743			7,83	5,48	6,39
663		B	7,64	6,08	6,52
738			7,96	7,18	7,61
755			7,96	8,66	7,93
672	II	A	6,67	7,82	9,44
701			5,79	7,71	9,36
742			6,77	7,92	9,12
671		B	8,04	7,07	6,92
687			8,04	7,56	6,14
693			7,39	8,04	6,14

QUADRO 37 - Fósforo-plasma (mg/100 ml)

Canchim	Grupos	Níveis	Coletas		
			1	2	3
695	I	A	7,61	4,85	4,93
704			7,91	5,97	5,07
743			7,83	6,24	5,14
663		B	6,34	8,45	8,59
738			6,34	6,87	7,61
755			6,94	7,32	6,30
672	II	A	6,21	8,58	7,80
701			6,00	6,79	6,00
742			5,90	6,96	6,68
671		B	6,17	7,28	5,41
687			6,04	7,28	5,87
693			6,74	8,80	5,20

QUADRO 38 - Cálcio-soro (mg/100 ml)

Canchim	Grupos	Níveis	Coletas		
			1	2	3
695	I	A	10,62	10,26	10,35
704			10,69	11,95	10,67
743			10,08	11,05	11,33
663		B	12,44	10,38	11,86
738			13,95	11,19	12,33
755			12,44	10,61	12,33
672	II	A	7,75	8,81	8,06
701			7,75	8,75	7,15
742			7,69	8,69	7,15
671		B	12,55	10,64	10,21
687			13,40	12,66	11,38
693			12,45	9,94	10,54

QUADRO 39 - Cobre-soro (μg por ml)

Canchim	Grupos	Níveis	Coletas		
			1	2	3
695	I	A	1,24	1,01	0,98
704			1,06	0,98	1,15
743			1,26	0,91	1,26
663		B	1,16	1,27	1,15
738			1,47	1,37	1,24
755			1,26	1,29	1,05
672	II	A	0,77	0,97	0,89
701			0,66	0,74	0,82
742			0,72	0,57	0,70
671		B	0,75	0,92	1,06
687			1,04	1,00	1,12
693			0,72	0,87	0,92

QUADRO 40 - Cobre-plasma (μg por ml)

Canchim	Grupos	Níveis	Coletas		
			1	2	3
695	I	A	1,42	0,97	1,42
704			1,25	1,12	1,32
743			1,22	1,14	1,19
663		B	1,42	1,21	0,77
738			1,00	0,99	0,84
755			1,30	1,14	0,82
672	II	A	1,34	1,42	1,52
701			1,46	1,22	1,52
742			1,40	1,06	1,50
671		B	1,15	1,11	1,00
687			1,28	1,17	0,94
693			1,16	1,02	1,08

QUADRO 41 - Ferro-soro ($\mu\text{g}/100 \text{ ml}$)

Canchim	Grupos	Níveis	Coletas		
			1	2	3
695	I	A	110,46	131,50	105,20
704			105,20	142,02	99,94
743			99,94	115,72	112,21
663		B	120,98	126,24	63,12
738			119,23	110,46	68,38
755			105,20	173,58	78,90
672	II	A	163,06	110,46	173,58
701			149,03	126,24	124,49
742			168,32	113,97	110,46
671		B	94,68	126,24	105,20
687			94,68	128,87	138,51
693			105,20	126,24	105,20

QUADRO 42 - Ferro-plasma ($\mu\text{g}/100 \text{ ml}$)

Canchim	Grupos	Níveis	Coletas		
			1	2	3
695	I	A	68,38	68,38	63,12
704			73,64	68,38	84,16
743			75,39	73,64	78,90
663		B	84,16	73,64	57,86
738			89,42	73,64	63,12
755			68,38	63,12	63,12
672	II	A	57,86	36,82	36,82
701			42,08	42,08	42,08
742			52,60	42,08	36,82
671		B	68,38	84,16	35,07
687			68,38	84,16	42,08
693			57,86	73,64	31,56

QUADRO 43 - Hemoglobina (g/100 ml)

Canchim	Grupos	Níveis	Coletas		
			1	2	3
695			10,2	11,6	10,8
704		A	10,8	11,0	11,0
743			11,0	9,6	11,8
	I				
663			11,6	11,4	10,6
738		B	11,8	11,0	11,0
755			10,8	9,8	10,6

672			10,8	10,2	11,8
701		A	10,2	9,8	10,4
742			10,0	10,0	10,6
	II				
671			10,0	10,0	11,2
687		B	9,8	11,0	11,6
693			9,0	10,0	10,0

Teores dos componentes do sangue de novilhos Charolês.

QUADRO 44 - Fósforo-soro (mg/100 ml)

Charolês	Grupos	Níveis	Coletas		
			1	2	3
1.442	I	A	9,56	6,96	9,03
1.443			8,85	8,83	8,45
1.467			9,28	9,62	8,00
1.432		B	8,57	8,04	7,39
1.437			8,26	9,04	8,17
1.464			8,26	9,91	9,57
1.448	II	A	3,62	5,98	5,52
1.468			3,78	5,94	5,42
1.473			3,46	5,86	5,78
1.433		B	4,57	7,06	4,25
1.440			4,35	7,08	4,81
1.465			6,74	7,11	4,53

QUADRO 45 - Fósforo-plasma (mg/100 ml)

Charolês	Grupos	Níveis	Coletas		
			1	2	3
1.442	I	A	8,53	7,14	6,42
1.443			8,28	6,68	5,17
1.467			7,74	6,85	6,25
1.432		B	7,56	8,64	6,97
1.437			7,63	8,62	6,46
1.464			7,84	6,74	6,72
1.448	II	A	3,64	5,33	4,43
1.468			3,50	5,16	3,70
1.473			4,65	5,25	4,64
1.433		B	6,74	6,49	4,36
1.440			6,41	7,28	4,67
1.465			5,98	6,49	4,67

QUADRO 46 - Cálcio-soro (mg/100 ml)

Charolês	Grupos	Níveis	Coletas		
			1	2	3
1.442	I	A	11,55	10,22	10,85
1.443			12,18	9,38	10,69
1.467			11,33	10,00	11,31
1.432		B	12,17	10,74	9,67
1.437			13,38	10,29	9,56
1.464			13,82	10,59	11,22
1.448	II	A	9,55	8,00	7,45
1.468			9,73	8,52	6,93
1.473			10,64	8,30	7,95
1.433		B	6,74	9,37	10,36
1.440			7,57	9,58	10,18
1.465			6,99	10,36	9,55

QUADRO 47 - Cobre-soro ($\mu\text{g por ml}$)

Charolês	Grupos	Níveis	Coletas		
			1	2	3
1.442	I	A	0,59	0,80	0,67
1.443			0,72	0,80	0,73
1.467			0,79	0,89	0,76
1.432		B	0,78	1,08	0,95
1.437			0,68	1,01	0,98
1.464			0,82	1,05	0,86
1.448	II	A	0,75	0,76	0,90
1.468			0,85	0,79	0,80
1.473			0,80	0,62	0,72
1.433		B	0,48	0,85	0,91
1.440			0,57	1,10	1,35
1.465			0,49	1,02	1,28

QUADRO 48 - Cobre-plasma ($\mu\text{g por ml}$)

Charolês	Grupos	Níveis	Coletas		
			1	2	3
1.442	I	A	1,29	0,64	0,72
1.443			1,16	1,02	1,14
1.467			1,04	0,82	0,94
1.432		B	0,77	0,89	0,98
1.437			0,79	0,95	0,95
1.464			0,94	1,10	1,20
1.448	II	A	0,66	0,82	1,02
1.468			0,84	0,84	0,97
1.473			0,64	0,84	1,02
1.433		B	0,92	1,22	1,49
1.440			1,19	1,29	1,37
1.465			0,96	0,97	1,42

QUADRO 49 - Ferro-soro ($\mu\text{g}/100 \text{ ml}$)

Charolês	Grupos	Níveis	Coletas		
			1	2	3
1.442	I	A	57,86	63,12	57,86
1.443			73,64	73,64	57,86
1.467			89,42	68,38	52,60
1.432		B	84,16	131,50	57,86
1.437			73,64	126,24	63,12
1.464			63,12	126,24	68,38
1.448	II	A	87,67	71,89	94,68
1.468			84,16	84,16	73,64
1.473			73,64	63,12	84,16
1.433		B	78,90	142,02	73,64
1.440			84,16	120,98	47,34
1.465			78,90	136,76	57,86

QUADRO 50 - Ferro-plasma ($\mu\text{g}/100 \text{ ml}$)

Charolês	Grupos	Níveis	Coletas		
			1	2	3
1.442	I	A	47,34	36,82	42,08
1.443			63,12	36,82	36,82
1.467			63,12	52,60	36,82
1.432		B	47,34	47,34	57,86
1.437			31,56	44,71	57,86
1.464			47,34	42,08	52,60
1.448	II	A	56,11	36,82	38,57
1.468			57,86	42,08	31,56
1.473			52,60	40,33	31,56
1.433		B	42,08	35,07	42,08
1.440			36,82	47,34	49,09
1.465			47,34	39,74	57,86

QUADRO 51 - Hemoglobina (g/100 ml)

Charolês	Grupos	Níveis	Coletas		
			1	2	3
1.442			8,8	8,8	9,0
1.443		A	10,2	9,8	8,6
1.467			9,4	8,8	8,2
	I				
1.432			9,2	9,6	9,6
1.437		B	7,8	7,8	8,2
1.464			9,2	9,4	9,4
<hr/>					
1.448			10,8	10,4	9,6
1.468		A	8,4	9,0	8,8
1.473			7,8	8,0	8,0
	II				
1.433			8,0	9,0	9,0
1.440		B	8,0	9,4	9,6
1.465			7,8	8,6	9,2