

## Hipocalcemia não puerperal em vacas leiteiras sob pastejo de aveia e azevém: estudo de fatores predisponentes<sup>1</sup>

Mariana M. Coneglian<sup>2</sup>, Karina K.M.C. Flaiban<sup>3</sup> e Júlio A.N. Lisboa<sup>4\*</sup>

**ABSTRACT-** Coneglian M.M., Flaiban K.K.M.C. & Lisboa J.A.N. 2014. [Non-parturient hypocalcaemia in lactating dairy cows grazing in oat and perennial ryegrass pasture: study of predisposing factors.] Hipocalcemia não puerperal em vacas leiteiras sob pastejo de aveia e azevém: estudo de fatores predisponentes. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 34(1):15-23. Departamento de Clínicas Veterinárias, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Campus Universitário, Cx. Postal 10011, Londrina, PR 86057-970, Brazil. E-mail: [janlisboa@uel.br](mailto:janlisboa@uel.br)

Non-parturient hypocalcaemia (NPH) is a rare and poorly understood condition. There are no studies that explain its relationship with winter pasture intake. The aim of this study was to describe clinical aspects of two natural cases of NPH, and to study the mineral and electrolyte balance of high and medium producing dairy cows feeded with winter pasture in different growing stages. Two cases of NPH in lactating dairy cows, grazing in oat grass and perennial ryegrass in Francisco Beltrão, PR, Brazil, were described. Healthy lactating high producing Holstein cows (n=11) and medium producing Holstein (n=8) and Jersey (n=9) cows were selected from three farms located in the same municipality. They were maintained in a mixing pasture of oats and perennial ryegrass from June to October, and supplemented with corn silage. Blood, urine and ingested food samples were collected before treatment started (May), and during initial (June), intermediate (July) and final stages (September) of the grass maturation cycle. Serum and urinary concentrations of Ca, P, Mg, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> and creatinine were determined, and their fractional excretion were calculated. Dry matter and Ca, P, Mg, Na, K, Cl and S concentrations were determined in food samples, and the dietary cation-anion difference was calculated. Based on clinical evidence we can assure that lactating dairy cows maintained in oat and perennial ryegrass pastures during the winter months can develop hypocalcaemia, showing signs and responding to treatment similar to classic puerperal hypocalcaemia, even in non-parturient period. Partial substitution of corn silage to oat and perennial ryegrass pasture did not cause electrolyte imbalances and did not interfere with the calcemia, phosphatemia or magnesemia of high and medium producing lactating dairy cows. Using winter forage as the only or main source of roughage in the diet can be the triggering factor for the disease, which can be related to excessive cation intake due to increased K concentration, especially during early stages of pasture growing.

INDEX TERMS: Hypocalcemia, dairy cows, metabolic disease, calcium metabolism, *Avena sativa*, *Lolium multiflorum*.

**RESUMO.-** A Hipocalcemia Não Puerperal (HNP) é uma condição rara e pouco compreendida. Não há estudos que expliquem a sua relação com a ingestão de pastagens de

inverno como base da alimentação volumosa. Os objetivos deste trabalho foram descrever aspectos clínicos de dois casos naturais de HNP, e estudar o balanço mineral e

<sup>1</sup> Recebido em 16 de setembro de 2013.

Aceito para publicação em 11 de outubro de 2013.

Dissertação de Mestrado do primeiro autor pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

<sup>2</sup> Mestre em Ciência Animal, UEL. Endereço particular: Rua Benjamin Constant 318, Apto 1, Guarapuava, PR 85010-190, Brasil.

<sup>3</sup> Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Centro de Ciências Agrárias (CCA), UEL, Campus Universitário, Cx. Postal 10011, Londrina, PR 86057-970, Brasil.

<sup>4</sup> Departamento de Clínicas Veterinárias, CCA-UEL, Campus Universitário, Cx. Postal 10011, Londrina, PR 86057-970. \*Autor para correspondência: [janlisboa@uel.br](mailto:janlisboa@uel.br)

eletrolítico de vacas leiteiras de alta e de média produção alimentadas em pastagem de inverno em diferentes estágios de evolução. Foram acompanhados dois casos de HNP em vacas leiteiras, mantidas em pastagens de aveia ou de azevém no município de Francisco Beltrão, PR. De três propriedades localizadas no mesmo município, foram selecionadas vacas lactantes híbridas de alta produção da raça Holandesa (n=11) e de média produção das raças Holandesa (n=8) e Jersey (n=9), mantidas em pastagem mista de aveia e azevém, de junho a outubro de 2011, e complementadas com silagem de milho. Amostras de sangue, de urina e dos alimentos ingeridos foram colhidas antes do ingresso na pastagem (maio), e nos estágios inicial (junho), intermediário (julho) e final (setembro) do ciclo de maturação da forragem. Foram determinadas as concentrações séricas e urinárias de Ca, P, Mg, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> e creatinina e calculada as excreções fracionadas. Nas amostras de alimento foram determinadas a matéria seca (MS) e as concentrações de Ca, P, Mg, Na, K, Cl e S, e calculou-se a diferença entre cátions e ânions da dieta (DCAD) nos diferentes momentos. Com base nas evidências pode-se afirmar que vacas leiteiras em lactação mantidas em pastagem de aveia e/ou de azevém nos meses de inverno podem desenvolver hipocalcemia e exibir sinais clínicos e resposta ao tratamento similares aos da hipocalcemia puerperal clássica, mesmo não sendo recém paridas. A ingestão de aveia e azevém, substituindo parcialmente a silagem de milho como volumoso da dieta, não provoca desequilíbrio eletrolítico e não interfere com a calcemia, a fosfatemia ou a magnesemia de vacas lactantes de alta e de média produção. A utilização das forrageiras de inverno como a única ou principal fonte de volumoso da dieta parece ser o fator desencadeante da doença e pode estar relacionada com o excesso de cátions ingeridos devido à elevada concentração de K, principalmente, quando a planta é jovem.

**TERMOS DE INDEXAÇÃO:** Hipocalcemia, bovinos leiteiros, doenças metabólicas, metabolismo de cálcio, *Avena sativa*, *Lolium multiflorum*.

## INTRODUÇÃO

Febre do leite ou Hipocalcemia Puerperal (HP) é um distúrbio metabólico que ocorre classicamente em vacas de alta produção leiteira recém-paridas, nas quais os mecanismos homeostáticos falham em manter a concentração plasmática de cálcio. A hipocalcemia acentuada desenvolve-se e provoca paresia, decúbito permanente, depressão e, se não revertida com o tratamento, a morte da vaca (Ortolani 1995b, Hunt & Blackwelder 2006, Goff 2008).

No Brasil, a frequência de HP foi estudada, uma única vez, em um rebanho de vacas das raças Holandesa e Girolando, no estado de São Paulo. A incidência da doença em 917 vacas paridas foi 4,25%, a mortalidade alcançou 0,54% e a letalidade 12,8% (Ortolani 1995a).

Além da perda direta devido à mortalidade, a HP pode causar outros prejuízos relacionados à redução da produção de leite, à perda de peso e à redução da vida útil do animal em três a quatro anos (Block 1984, Ortolani 1995b, Radostits et al. 2007). As vacas que se recuperam da HP

também têm maior propensão a outras doenças após o parto, tais como metrite, retenção de placenta, deslocamento de abomaso e cetose (Joyce et al. 1997, Corbellini 1998, Radostits et al. 2007). A HP é uma condição bem estudada e compreendida na vaca recém-parida. Entretanto, a hipocalcemia também pode ser observada em outras circunstâncias não relacionadas ao parto (Oetzel 1988, Radostits et al. 2007).

Produtores e médicos veterinários da mesorregião Sudoeste do estado do Paraná, envolvidos na atividade leiteira, passaram a relatar, em anos recentes, a ocorrência de uma síndrome semelhante à HP, porém fora do período puerperal. Esse problema vem sendo observado em vacas leiteiras de alta produção quando manejadas em pastagens de inverno, principalmente compostas por aveia ou por azevém, nos meses de junho a setembro. Os animais acometidos exibem os sinais clínicos característicos da hipocalcemia clássica e a resposta usual ao tratamento intravenoso com solução contendo sais de cálcio, de fósforo e de magnésio associados. Segundo os relatos, a doença ocorre em qualquer época da lactação, sendo mais comum na fase inicial de desenvolvimento das forrageiras, quando a planta é jovem e viçosa. O conjunto de sinais clínicos e a recuperação após o tratamento convencional sustentam a hipótese de que se trate de hipocalcemia.

A Hipocalcemia Não Puerperal (HNP) pode ser considerada eventual e com patogenia pouco compreendida (Oetzel 1988, Radostits et al. 2007). Não há estudos aprofundados sobre o assunto e nenhuma investigação específica que explique a relação existente entre o desequilíbrio no metabolismo do cálcio e a ingestão das pastagens de inverno como base da alimentação volumosa. Os objetivos deste trabalho são descrever aspectos clínicos de dois casos naturais de HNP e estudar o balanço mineral de vacas de alta e de média produção de leite alimentadas em pastagem de aveia e azevém, em diferentes estágios de evolução, durante os meses de inverno.

## MATERIAL E MÉTODOS

No final do mês de junho de 2011 foram acompanhados dois casos de HNP ocorridos em vacas leiteiras mantidas em pastoreio de aveia e azevém, em propriedades localizadas no município de Francisco Beltrão (latitude 26° 04' 52" S, longitude 53° 03' 18" W e altitude média de 540 metros), mesorregião Sudoeste do estado do Paraná. Os dois animais foram atendidos e conduzidos pelo mesmo médico veterinário, o qual prestava assistência técnica regular a esses rebanhos. As vacas foram tratadas com solução comercial contendo sais de cálcio, de fósforo e de magnésio. Exames físicos e coletas de amostras de sangue foram realizados antes e após o tratamento. Amostras de urina foram coletadas somente antes do tratamento. As concentrações de alguns eletrólitos e minerais foram mensuradas no soro sanguíneo e na urina conforme descrito adiante. Detalhes da anamnese, das manifestações, do tratamento e da resposta ao mesmo foram registrados em fichas apropriadas.

O estudo para o acompanhamento dos efeitos da alimentação sobre o metabolismo das vacas leiteiras foi desenvolvido em três propriedades produtoras de leite localizadas no município de Francisco Beltrão, entre os meses de maio e setembro de 2011. O protocolo experimental foi aprovado pela Comissão de Ética no

Uso de Animais da UEL (CEUA/UEL), registrado como o processo número 31236.2011.75.

A primeira propriedade era composta por um rebanho de vacas da raça Holandesa de alta produção, com aproximadamente 34 litros de leite/dia/vaca. A segunda era composta por vacas da raça Holandesa de média produção (aproximadamente 21 litros de leite/dia/vaca). A terceira propriedade era composta por animais da raça Jersey de média produção de leite (aproximadamente 20 litros de leite/dia/vaca). De cada uma dessas propriedades foram selecionadas 11, oito e nove vacas, respectivamente, as quais foram examinadas e consideradas saudáveis do início ao término das avaliações. Todos os animais selecionados encontravam-se entre a segunda e a quinta lactação e entre o primeiro e o terceiro mês de lactação.

As três propriedades foram selecionadas por serem próximas entre si e possuírem características parecidas quanto ao tamanho (porte médio), ao tipo de solo e de relevo (relativamente plano e mecanizável), à época e ao método de formação da pastagem de inverno, e ao padrão de manejo geral adotado. Nas três propriedades as vacas eram submetidas ao mesmo tipo de manejo nutricional. Até o mês de maio, recebiam silagem de milho como base da alimentação volumosa. Entre os meses de junho e outubro, as vacas permaneciam soltas em pastos mistos com aveia (*Avena sativa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) e a quantidade de silagem oferecida em cocho, duas vezes ao dia após as ordenhas, era reduzida pela metade daquela ofertada nos demais meses do ano. A forragem de inverno pastoreada representava, portanto, aproximadamente, metade da quantidade de todo o volumoso ingerido. Em todo o período de lactação a ração comercial contendo 18 % de PB (de marcas e procedências diversas) foi ingerida na quantidade de 1 kg para cada 4 L de leite produzido, a água era oferecida à vontade e o sal mineral era ingerido em média de 100g por animal por dia.

Nas vacas selecionadas para o estudo, foram realizadas coletas de sangue e de urina em quatro momentos predefinidos. A primeira coleta ocorreu no mês de maio, antes dos animais iniciarem o pastoreio em aveia e azevém. A segunda coleta foi realizada no mês de junho, três semanas após o ingresso dos animais na pastagem, momento em que a pastagem se encontrava mais viçosa (início do desenvolvimento). A terceira coleta ocorreu no final do mês de julho, momento em que a pastagem encontrava-se na fase intermediária de desenvolvimento. E a última coleta foi realizada no final de setembro, estágio final de desenvolvimento da pastagem, momento em que esta se encontrava madura.

A coleta da urina foi realizada por micção induzida por massagem na vulva e no períneo. Em seguida, a coleta de sangue foi realizada por punção da veia coccígea, com uso de frascos a vácuo sem anticoagulante. O soro foi obtido após a retração do coágulo e, assim como a urina, foi conservado sob congelamento (20°C negativos) até o momento do processamento.

Durante a primeira visita às propriedades (momento anterior à entrada dos animais na pastagem de inverno), foi realizada a coleta da silagem ingerida pelas vacas. As amostras de sal mineral e da ração comercial fornecidos aos animais foram coletadas nos quatro momentos preestabelecidos, e as amostras de pasto foram obtidas nos três momentos correspondentes ao ciclo evolutivo da pastagem.

A coleta do pasto foi realizada empregando-se o método de pastejo simulado, conforme idealizado por Johnson em 1978 e descrito por Lista et al. (2007), depois de um período prévio de observação cuidadosa, no qual foram observadas, além do comportamento de pastejo dos animais, a área, a altura e as partes da planta que estavam sendo consumidas. As amostras foram coletadas pelo mesmo observador, manualmente, na tentativa de

se obter uma porção da planta similar àquela selecionada pelos animais em pontos aleatórios da pastagem, formando, assim, um "pool" de amostragem. Evitaram-se áreas próximas a construções, cercas, coxos ou fontes de água.

As amostras de silagem e de capim foram colocadas em sacos plásticos e armazenadas sob refrigeração (4°C) até a chegada ao laboratório, onde foram submetidas aos processos de pré secagem e moagem, em até 24 horas após a coleta. A pré secagem foi realizada em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 55°C, por 24 horas. Após a moagem, foram acondicionadas em sacos plásticos e conservadas a temperatura ambiente, assim como as amostras de sal mineral e da ração comercial, até o momento do processamento laboratorial.

Foram determinadas as concentrações séricas e urinárias de cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), sódio (Na<sup>+</sup>), potássio (K<sup>+</sup>), cloreto (Cl<sup>-</sup>) e creatinina, nas amostras obtidas das vacas acometidas por HNP e das vacas saudáveis. As análises da concentração de Ca (método colorimétrico com reação pelo arsenazo), de Mg (método cinético ultra violeta com reação pelo xilidyl blue), de P (método colorimétrico com reação pelo molibdato) e de creatinina (método cinético com reação de Jaffé modificada) foram realizadas empregando-se reagentes comerciais específicos<sup>5</sup> e leitura espectrofotométrica<sup>6</sup>. As determinações séricas das concentrações de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> foram realizadas em analisador de gases sanguíneos<sup>7</sup> e as concentrações urinárias desses eletrólitos foram realizadas no analisador bioquímico<sup>8</sup>, pelo método do eletrodo íon seletivo. Para a determinação do Ca na urina, realizou-se, previamente, a acidificação desta, por meio da adição de uma gota de ácido clorídrico concentrado para cada 1ml de urina.

A Diferença de Íons Fortes (*Strong Ion Difference* – SID) foi calculada empregando-se a fórmula SID = (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>) – Cl<sup>-</sup> (Constable et al. 2005).

A excreção fracionada urinária (EF) de Ca, P, Mg, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> foi calculada empregando-se a fórmula a seguir (Garry et al. 1990):

$$EF \text{ de "a"} = \left[ \frac{\text{concentração urinária de "a"} \times \text{creatinina plasmática}}{\text{concentração plasmática de "a"} \times \text{creatinina urinária}} \right] \times 100, \text{ sendo "a" a substância excretada.}$$

O pH foi mensurado nas amostras de urina recém colhidas utilizando-se um pHmetro manual<sup>9</sup>.

As diferentes amostras de alimento (pastagem e silagem pré-secas, ração e sal mineral) foram submetidas à secagem definitiva e a determinação da matéria seca (MS) foi realizada gravimetricamente com o resíduo remanescente, conforme procedimentos recomendados pela AOAC (1990).

As análises de Ca, P, Mg, K, Na, Cl e enxofre (S) foram realizadas após a digestão ácida das amostras (digestão nitro-perclórica). As concentrações de Ca e de Mg foram obtidas por espectrofotometria de absorção atômica<sup>10</sup>. A determinação de P foi realizada por método colorimétrico empregando-se a reação com o molibdato e leitura espectrofotométrica<sup>11</sup>. As concentrações de Na e de K fo-

<sup>5</sup> Dialab Diagnóstico S/A, Praça Carlos 49, 3º andar, Belo Horizonte, MG.

<sup>6</sup> BS120® Mindray Chemistry Analyzer, J.R. Ehlke & Cia Ltda, Av. João Gualberto, 1661, Juvevê, Curitiba, PR.

<sup>7</sup> Omni C; Cobas B 121; Roche Diagnóstica Brasil Ltda, Av. Eng. Billings 1729, São Paulo, SP.

<sup>8</sup> Dimension Clinical Chemistry System, Siemens, Av. Mutinga 3800, São Paulo, SP.

<sup>9</sup> pHep +; HI 98108; Hanna Instruments, Rua Pretroria 1027, São Paulo, SP.

<sup>10</sup> Espectrofotômetro de absorção atômica modelo 503; Perkin-Elmer, Rua Cardoso de Almeida 1460, São Paulo, SP.

<sup>11</sup> Espectrofotômetro, modelo U2001; Hitachi Brasil Ltda, Av. Paulista 854, São Paulo, SP.

ram obtidas por fotometria de chama<sup>12</sup> e a de S por espectrometria de emissão óptica em plasma com acoplamento indutivo<sup>13</sup>. A determinação do Cl foi realizada por titulometria com nitrato de prata.

A diferença entre cátions e ânions da dieta (DCAD), foi calculada pela equação:  $DCAD \text{ (mEq/100g MS)} = [(Na^+ + K^+) - (Cl^- + S^{2-})]$ , em cada um dos quatro momentos definidos para a coleta do material. Para tanto, foram consideradas as concentrações obtidas desses elementos minerais em cada componente da dieta e a proporção de cada um desses componentes no total da MS ingerida. A diferença entre cátions e ânions (DCA) também foi determinada especificamente na pastagem de inverno, em cada um dos três momentos de coleta, e na silagem. A conversão para milésima parte do Equivalente (mEq), foi obtida a partir do peso atômico e da valência de cada cátion ou ânion. Empregou-se a fórmula seguinte, para tanto:  $DCAD \text{ (mEq/100g MS)} = [(\% Na^+/0,023 + \% K^+/0,039) - (\% Cl^-/0,0355 + \% S^{2-}/0,016)]$ , considerando-se o percentual dos cátions e ânions na MS. Assumiu-se a que a ingestão total de MS correspondia a 4% do peso corporal (Carvalho et al. 2005), admitindo-se os pesos médios corporais de 550 kg para as vacas Holandesas e 400 kg para as vacas Jersey.

A análise de variância de medidas repetidas foi empregada para a comparação das variáveis estudadas nos diferentes momentos, considerando cada rebanho em separado, no caso do soro sanguíneo e da urina. No caso dos alimentos, as três propriedades foram consideradas em conjunto. Quando a estatística F provou-se significativa o teste de Tukey foi empregado para comparação entre as médias. Para as variáveis que não exibiram distribuição gaussiana (excreções fracionadas urinárias), empregou-se o teste de Kruskal-Wallis. Admitiu-se probabilidade de erro de 5% (Curi 1998). O programa SigmaStat for Windows 3.1 foi utilizado para a análise estatística.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro caso de HNP ocorreu em uma vaca da raça Jersey, com aproximadamente 250 kg de peso corporal, a qual se encontrava em sua terceira lactação e no quarto mês de produção. A vaca era considerada uma das maiores produtoras da propriedade, com produção média de 20 litros de leite por dia, e nunca havia apresentado esse tipo de problema anteriormente. Estava sendo manejada em pastagem de azevém há aproximadamente um mês. O pasto encontrava-se viçoso, em estágio inicial de desenvolvimento, sendo esse o único volumoso da dieta. Como complemento alimentar, recebia 3 kg de ração comercial e 3 kg de farelo de milho por dia. Anteriormente ao início do pastoreio na pastagem de inverno, a silagem de milho era a base da alimentação volumosa.

No dia em que adoeceu, a vaca apresentou andar cambaleante após a primeira ordenha e quatro horas depois foi encontrada deprimida, em decúbito esternal permanente e com a cabeça voltada para o flanco (posição de autoauscultação). Com intuito terapêutico o proprietário administrou 150 ml de solução comercial contendo sais de cálcio, de fósforo e de magnésio, por via subcutânea, o que reverteu parcialmente a depressão, mas não promoveu a melhora da paresia. Ao ser examinada, seis horas após, apresentava apatia, anorexia, decúbito esternal permanente e adotava, preferencialmente, a posição de autoauscultação, com temperatura corporal (39,0°C) e frequência respiratória (26mpm) dentro dos intervalos fisiológicos, frequência

cardíaca no limite superior fisiológico (80 bpm) e hipomotilidade ruminal (1 movimento incompleto em 5 minutos) com timpanismo gasoso leve.

O tratamento instituído consistiu de administração intravenosa de 500 mL de cada uma das três soluções comerciais com as composições a seguir: borogluconato de Ca, borogluconato de Mg e glicose<sup>14</sup>; borogluconato de Ca, D-sacarato de Ca, cloreto de Mg e dextrose<sup>15</sup>; e borogluconato de Ca, hipofosfito de Na, cloreto de Mg e dextrose<sup>16</sup>. As infusões dos medicamentos ocorreram sequencialmente e de forma lenta (duas a três gotas/segundo), totalizando o volume de 1,5 L. A vaca recebeu, ao final do tratamento, o total de 28,5g de Ca, e 11,5g de Mg.

Após o tratamento a vaca se recuperou completamente sendo capaz de se erguer e caminhar sem incoordenação, e apresentando comportamento alerta, retorno do apetite, da micção e da defecação, além de melhora na função motora reticulorruminal (3 MR/5 minutos), redução da frequência cardíaca (68 bpm) e pequena elevação na temperatura corpórea (39,3°C). Não houve recidiva durante toda a lactação.

Com base nos intervalos fisiológicos admitidos para bovinos (Kaneko et al. 2008) a vaca apresentava hipocalcemia leve (8,1mg/dL), normofosfatemia (6,2mg/dL), hipermagnesemia (3,3mg/dL) e normopotassemia (4,69mmol/L) antes de ser medicada. Após o tratamento a hipocalcemia foi revertida (12,4mg/dL), as concentrações séricas de Mg (3,1mg/dL) e de K<sup>+</sup> (3,45mmol/dL) apresentaram modificação discreta e a de P se elevou (7,8mg/dL).

O segundo caso ocorreu em outra vaca da raça Jersey, com aproximadamente 400 kg de peso corporal, em sua terceira lactação e no terceiro mês de produção, com produção diária de 32 litros de leite. Como no caso anterior, era a primeira vez que a vaca apresentava esse tipo de problema. Há aproximadamente um mês, permanecia em pastagem de aveia, em estágio inicial de evolução (gramínea viçosa), o que representava a base da alimentação volumosa. Como complemento alimentar ingeria 4 kg de ração comercial e 4 kg de quirera de milho por dia. Antes do ingresso na pastagem de inverno recebia silagem de milho como o volumoso principal.

Quando a vaca foi examinada já apresentava cinco horas de evolução. Exibia depressão, decúbito esternal permanente, posição de autoauscultação, hipotermia (35,3°C), frequência cardíaca próxima ao limite superior fisiológico (74 bpm), extremidades frias, atonia ruminal e timpanismo gasoso moderado. Foi tratada com o mesmo protocolo adotado no caso anterior e respondeu da mesma maneira, recuperando-se logo após o término da infusão intravenosa.

<sup>12</sup> Fotômetro de Chama modelo B262; Micronal, Rua João Rodrigues Machado 25, São Paulo, SP.

<sup>13</sup> ICP-OES, modelo 5200; Perkin-Elmer, Rua Cardoso de Almeida 1460, São Paulo, SP.

<sup>14</sup> CM22-Injetável®, Biofarm – Tecnologia em Veterinária, Av. João Batista Ferraz Sampaio 710, Jaboticabal, SP.

<sup>15</sup> Glucaril®, Biovet, Rua Cel. Jose Nunes dos Santos 639, Vargem Grande Paulista, SP.

<sup>16</sup> Cálcio Faimex - Injetável®, Vétoquinol-Fagra, Rodovia Fernão Dias km 56, Mairiporã, SP.

Registraram-se o retorno parcial da função motora reticulorruminal (2 MR/5 minutos), redução da frequência cardíaca (54 bpm) e elevação da temperatura corpórea (37,6°C). Também não houve recidiva durante toda lactação.

Os exames laboratoriais, em amostras colhidas unicamente antes do tratamento, revelaram hipocalcemia (7,3mg/dL), hipofosfatemia (2,8mg/dL), hipermagnesemia (3,0mg/dL) e hipopotassemia (2,64mmol/L).

As evidências relatadas nos dois casos acompanhados são fortemente compatíveis com as ocorrências observadas, anteriormente, por técnicos e produtores da região. O problema é muito semelhante à HP, acometendo vacas leiteiras de média e de alta produção, em lactação, porém fora do período puerperal, e manejadas sob pastoreio em pastagem de inverno composta por aveia e/ou azevém. Os sinais clínicos apresentados pelas vacas acompanhadas eram típicos da HP e caracterizavam o segundo estágio de desenvolvimento da hipocalcemia (Oetzel 1988, Ortolani 1995b, Hunt & Blackwelder 2006).

A melhora imediata após a administração intravenosa de soluções contendo sais de Ca é característica de animais com hipocalcemia, já que cerca de 60% das vacas acometidas pela HP levantam imediatamente após o tratamento, com um adicional de 15% de recuperação após duas horas (Hunt & Blackwelder 2006, Radostits et al. 2007). A resposta positiva ao tratamento associada aos sinais clínicos, permite confirmar o diagnóstico de hipocalcemia (Ortolani 1995a).

Segundo Radostits et al. (2007), as vacas acometidas pela HP apresentam redução na concentração sérica do Ca total variando desde valor discretamente abaixo de 8 mg/dL, nos casos leves, até o valor extremo de 2 mg/dL, nos casos mais graves. No primeiro caso relatado a calcemia não se encontrava abaixo de 8 mg/dL, provavelmente, devido ao tratamento prévio realizado pelo proprietário. No segundo caso não houve tratamento prévio e a hipocalcemia ficou bem caracterizada. A hipofosfatemia, como verificado na segunda vaca doente, e a hipermagnesemia, presente nas duas vacas, podem ocorrer simultaneamente à hipocalcemia (Oetzel 1988, Hunt & Blackwelder 2006, Radostits et al. 2007).

Ambos os casos foram observados em vacas da raça Jersey e isso condiz com as observações de Ortolani (1995a) e Divers & Peek (2008) de que a incidência de HP é maior em vacas dessa raça quando comparadas às vacas da raça Holandesa. Hunt & Blackwelder (2006) citaram que a maior produção leiteira por unidade de peso corpóreo poderia ser um dos possíveis fatores que tornam a raça Jersey mais suscetível à doença. Além disso, vacas desta raça tendem a apresentar menor número de receptores intestinais para 1,25-(OH)<sub>2</sub>D, quando comparadas a vacas da raça Holandesa (Goff 2000, Divers & Peek 2008).

A hipocalcemia que ocorre na vaca leiteira fora do período puerperal pode ser considerada uma condição eventual e com patogenia não esclarecida. A privação súbita de alimentos, o exercício forçado extenuante, as afecções dos pré-estômagos que determinam atonia, acidez ou alcalose ruminais, a ingestão de forragens com teores elevados de oxalatos, a diarreia secundária à ingestão de pastagens

luxuriantes e a hipomagnesemia subclínica são apontadas como prováveis causas (Oetzel 1988, Radostits et al. 2007). Não há estudos que expliquem a relação entre a HNP, observada em rebanhos paranaenses, e a permanência das vacas em pastagens de inverno compostas por aveia e/ou por azevém. A ausência de informações serviu de estímulo para o desenvolvimento da presente investigação sobre a homeostase mineral em vacas lactantes manejadas sob pastejo nesse tipo de forrageira.

A variação dos macroelementos minerais de acordo com o estágio de evolução da pastagem de inverno e as concentrações na silagem de milho, base da alimentação antes das vacas iniciarem o pastoreio, estão apresentadas no Quadro 1.

Ao longo do período de desenvolvimento natural da pastagem verificou-se aumento nos valores de matéria seca ( $p < 0,05$ ), resultado já esperado, uma vez que é de conheci-

**Quadro 1. Variação ( $\bar{x} \pm s$ ) da matéria seca (MS), das concentrações de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cloreto (Cl), enxofre (S) e sódio (Na), da relação K:(Ca+Mg) e da diferença entre cátions e aniões (DCA) de alimentos volumosos ingeridos por vacas leiteiras em lactação, representados por silagem de milho (volumoso base da alimentação antes dos animais iniciarem o pastoreio em pastagem de inverno) e pela pastagem de inverno composta por aveia e azevém coletada em três diferentes momentos: pastagem viçosa em início de desenvolvimento (M1); pastagem em fase intermediária de desenvolvimento (M2); e pastagem madura (M3)**

	Silagem de milho	M1	M2	M3
MS (%)	27,36±3,70	11,14 <sup>b</sup> ±1,93	14,99 <sup>ab</sup> ±4,83	32,13 <sup>a</sup> ±13,83
Ca (g/kg)	1,91±0,24	4,95 <sup>a</sup> ±1,00	4,95 <sup>a</sup> ±0,53	4,20 <sup>a</sup> ±0,78
P (g/kg)	2,52±0,13	6,22 <sup>a</sup> ±2,38	6,36 <sup>a</sup> ±1,43	4,80 <sup>a</sup> ±1,65
Mg (g/kg)	1,14±0,04	1,94 <sup>a</sup> ±0,35	1,84 <sup>a</sup> ±0,15	1,61 <sup>a</sup> ±0,095
K (g/kg)	12,33±1,15	39,66 <sup>a</sup> ±13,79	32,33 <sup>ab</sup> ±9,81	27,00 <sup>b</sup> ±9,53
Na (g/kg)	0,13±0,01	0,42 <sup>a</sup> ±0,28	0,82 <sup>a</sup> ±1,04	0,60 <sup>a</sup> ±0,24
Cl (g/kg)	1,50±0,41	9,41 <sup>a</sup> ±5,14	9,25 <sup>a</sup> ±4,44	7,93 <sup>a</sup> ±3,79
S (g/kg)	1,55±0,02	4,14 <sup>a</sup> ±1,02	4,18 <sup>a</sup> ±0,54	3,31 <sup>a</sup> ±1,13
K:(Ca+Mg)	1,65±0,07	2,44 <sup>a</sup> ±0,53	2,12 <sup>a</sup> ±0,78	1,97 <sup>a</sup> ±0,50
DCA (mEq/100gMS)	18,24±3,74	51,12 <sup>a</sup> ±13,33	34,25 <sup>b</sup> ±11,30	28,78 <sup>b</sup> ±6,00

<sup>a, b</sup> Letras diferentes representam diferença entre as médias na mesma linha ( $p < 0,05$ ).

mento geral que ao longo do crescimento e maturidade da planta ocorre o espessamento e o aumento da lignificação da parede celular e, conseqüentemente, a elevação da matéria seca (Carvalho et al. 2005).

A concentração dos elementos minerais nas forrageiras pode variar de acordo com alguns fatores, como: qualidade do solo, estágio evolutivo da planta, condições climáticas, assim como manejo e utilização das pastagens. Os valores obtidos de Ca, P, Mg, K, Na, Cl e S, nos três estágios de desenvolvimento da forragem, foram compatíveis com os esperados para a aveia e para o azevém (NRC 2001, Valadares Filho et al. 2006). Com exceção da concentração de K, que se apresentou mais alta na pastagem em início de desenvolvimento e se reduziu com a maturação, a concentração dos outros macroelementos minerais não sofreu variação conforme ocorreu a maturação das gramíneas (Quadro 1).

Segundo o NRC (2001), os níveis de Ca e de Mg encontrados nas pastagens estudadas eram insuficientes para suprir a exigência de vacas leiteiras em lactação (5,3-8,0g/kg MS para Ca e 1,9-2,9g/kg MS para Mg). Isto sugere a necessidade de suplementação para evitar o desequilíbrio de origem nutricional. Por outro lado, a concentração de K na pastagem encontrou-se muito superior aos níveis de exigência deste mineral para vacas em lactação (10,0-12,4g/kg MS) (NRC 2001). O excesso desse elemento pode comprometer a absorção e a homeostase de outros minerais, particularmente do Ca e do Mg (Onofri & Graça 2004, Martens & Schweigel 2000, Goff 2000, Carvalho et al. 2005).

De forma geral, a mudança da dieta volumosa com o ingresso na pastagem de inverno e as modificações que essa forrageira experimentou nos diferentes estágios de sua evolução, não provocaram alterações aparentes no metabolismo de Ca, P e Mg e nos íons fortes sanguíneos, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>, das vacas lactantes clinicamente sadias selecionadas para o estudo.

As vacas Holandesas de alta produção de leite exibiram oscilações da calcemia, da fosfatemia e da magneemia, bem como das concentrações séricas dos eletrólitos (Quadro 2). As variações foram de pequena magnitude e não caracterizaram desequilíbrios, pois os valores mantiveram-se dentro dos intervalos fisiológicos admitidos para os bovinos (Kaneko et al. 2008). Também não caracterizaram qualquer padrão definido que pudesse estar relacionado com a mudança da dieta e com o estágio de desenvolvimento da pastagem de aveia e de azevém. As variações discretas dos eletrólitos não foram acompanhadas por alteração na relação entre eles. Isso ficou comprovado pela ausência de variação da SID, a qual se manteve próxima a 40 mmol/L, valor considerado fisiológico para os bovinos (Constable et al. 2005).

Nas vacas das raças Holandesa e Jersey, de média pro-

dução leiteira, a calcemia a fosfatemia e a magneemia nem mesmo se modificaram e os valores permaneceram dentro dos intervalos fisiológicos (Quadros 3 e 4). As concentrações de Na<sup>+</sup> e de K<sup>+</sup> apresentaram pequenas variações que não caracterizaram desequilíbrio eletrolítico ou padrão que espelhasse as mudanças dietéticas. Assim como nas vacas de alta produção, a SID manteve valores fisiológicos.

O pH da urina manteve-se sempre na faixa de alcalinidade, típica dos herbívoros (Correa et al. 2009), e variou muito pouco nas vacas Holandesas e Jersey de média produção (Quadros 3 e 4). As excreções fracionadas urinárias de Ca, P, Mg, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> apresentaram variações nas três categorias de vacas estudadas, sem um padrão definido entre elas ou que tivesse relação com a dieta. A mudança da dieta volumosa para a pastagem de inverno provocou diminuição da excreção urinária de Ca e de P nas vacas Holandesas de alta produção (Quadro 2). O mesmo não aconteceu com as vacas de média produção.

Apesar da ingestão de K passar a ser muito maior com o acesso à pastagem de inverno, em especial nos estágios inicial e intermediário de desenvolvimento das gramíneas (Quadro 1), a excreção renal de K<sup>+</sup> não aumentou como seria esperado para a manutenção do equilíbrio. Esse padrão pareceu estar presente nas vacas Jersey (Quadro 4), mas não nas vacas Holandesas que, ao contrário, reduziram a excreção renal quando ingressaram no pasto (Quadros 2 e 3).

Parece claro que as vacas estudadas não experimentaram desequilíbrios eletrolíticos e do metabolismo de Ca, P e Mg quando submetidas à mudança da dieta volumosa. Entretanto, deve ser salientado que a pastagem de inverno não foi utilizada como o único volumoso da dieta para os animais. A silagem de milho, fonte exclusiva de volumoso dietético antes do acesso ao pasto, continuou sendo ingeri-

**Quadro 2. Variação ( $\bar{x}\pm s$ ) do cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K<sup>+</sup>), sódio (Na<sup>+</sup>), cloreto (Cl<sup>-</sup>) e diferença de íons fortes (SID) no soro sanguíneo e do pH urinário, e valores medianos (Md) e de percentis (P<sub>25</sub>/P<sub>75</sub>) das excreções fracionadas (EF) urinárias de vacas da raça Holandesa de alta produção mantidas em pastoreio de aveia e azevém. Coletas realizadas em diferentes momentos relacionados ao estágio de desenvolvimento da pastagem de inverno: antes dos animais iniciarem o pastoreio (M0); e após três semanas (estágio inicial) (M1); oito semanas (fase intermediária de desenvolvimento) (M2) e 15 semanas (pastagem madura) (M3) de permanência na pastagem**

Variável	M0	M1	M2	M3
Ca (mg/dL)	11,70 <sup>a</sup> ±0,19	11,26 <sup>ab</sup> ±0,67	11,08 <sup>b</sup> ±0,43	11,15 <sup>b</sup> ±0,35
P (mg/dL)	6,90 <sup>a</sup> ±0,94	6,05 <sup>ab</sup> ±1,53	5,03 <sup>b</sup> ±0,98	6,38 <sup>a</sup> ±0,80
Mg (mg/dL)	2,70 <sup>ab</sup> ±0,07	2,66 <sup>b</sup> ±0,050	2,73 <sup>a</sup> ±0,08	2,70 <sup>ab</sup> ±0,03
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	140,69 <sup>a</sup> ±3,55	135,79 <sup>b</sup> ±2,83	136,08 <sup>ab</sup> ±3,0	139,03 <sup>ab</sup> ±2,23
K <sup>+</sup> (mmol/L)	3,98 <sup>b</sup> ±0,42	4,45 <sup>b</sup> ±0,44	4,41 <sup>b</sup> ±0,37	4,99 <sup>a</sup> ±0,58
Cl <sup>-</sup> (mmol/L)	100,19 <sup>ab</sup> ±2,68	97,51 <sup>b</sup> ±2,69	97,59 <sup>b</sup> ±2,28	101,24 <sup>a</sup> ±2,20
SID (mmol/L)	44,48 <sup>a</sup> ±3,20	42,72 <sup>a</sup> ±0,81	42,90 <sup>a</sup> ±1,31	42,78 <sup>a</sup> ±1,31
pH da urina	8,45 <sup>a</sup> ±0,16	8,33 <sup>a</sup> ±0,19	8,48 <sup>a</sup> ±0,11	8,41 <sup>a</sup> ±0,36
EF Ca (%)	1,00 <sup>a</sup> (0,6/1,1)	0,30 <sup>b</sup> (0,2/0,3)	1,99 <sup>a</sup> (0,8/3,4)	0,51 <sup>ab</sup> (0,3/1,0)
EF P (%)	0,49 <sup>a</sup> (0,4/0,6)	0,19 <sup>b</sup> (0,17/0,3)	1,39 <sup>a</sup> (0,7/4,1)	0,39 <sup>ab</sup> (0,2/0,5)
EF Mg (%)	1,14 <sup>ab</sup> (0,9/1,4)	0,61 <sup>b</sup> (0,4/0,9)	3,57 <sup>a</sup> (1,4/10,0)	0,68 <sup>b</sup> (0,6/1,1)
EF Na <sup>+</sup> (%)	0,081 <sup>b</sup> (0,05/0,1)	0,16 <sup>b</sup> (0,03/0,3)	1,22 <sup>a</sup> (0,4/3,0)	0,06 <sup>b</sup> (0,01/0,1)
EF K <sup>+</sup> (%)	39,80 <sup>a</sup> (28,1/49,4)	17,99 <sup>b</sup> (12,7/23,4)	95,48 <sup>a</sup> (50,3/215,8)	20,14 <sup>ab</sup> (16,7/23,9)
EF Cl <sup>-</sup> (%)	0,85 <sup>ab</sup> (0,5/0,9)	0,53 <sup>b</sup> (0,3/0,7)	3,29 <sup>a</sup> (1,6/6,8)	0,42 <sup>b</sup> (0,3/0,5)

<sup>a, b</sup> Letras diferentes representam diferença entre as médias ou medianas na mesma linha (p<0,05).

**Quadro 3. Variação ( $\bar{x}\pm s$ ) do cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K<sup>+</sup>), sódio (Na<sup>+</sup>), cloreto (Cl<sup>-</sup>) e diferença de íons fortes (SID) no soro sanguíneo e do pH urinário, e valores medianos (Md) e de percentis (P<sub>25</sub> / P<sub>75</sub>) das excreções fracionadas (EF) urinárias de vacas da raça Holandesa de média produção mantidas em pastoreio de aveia e azevém. Coletas realizadas em diferentes momentos relacionados ao estágio de desenvolvimento da pastagem de inverno: antes dos animais iniciarem o pastoreio (M0); e após três semanas (estágio inicial) (M1); oito semanas (fase intermediária de desenvolvimento) (M2) e 15 semanas (pastagem madura) (M3) de permanência na pastagem**

Variável	M0	M1	M2	M3
Ca(mg/dL)	11,76 <sup>a</sup> ±0,42	12,05 <sup>a</sup> ±0,18	11,52 <sup>a</sup> ±0,43	11,80 <sup>a</sup> ±0,26
P(mg/dL)	6,48 <sup>a</sup> ±1,04	6,13 <sup>a</sup> ±0,86	6,36 <sup>a</sup> ±0,81	6,54 <sup>a</sup> ±1,23
Mg(mg/dL)	2,77 <sup>a</sup> ±0,07	2,78 <sup>a</sup> ±0,06	2,76 <sup>a</sup> ±0,09	2,73 <sup>a</sup> ±0,05
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	138,13 <sup>b</sup> ±1,82	138,25 <sup>b</sup> ±1,99	135,90 <sup>b</sup> ±1,30	142,33 <sup>a</sup> ±4,80
K <sup>+</sup> (mmol/L)	4,27 <sup>b</sup> ±0,24	5,21 <sup>a</sup> ±0,78	4,96 <sup>ab</sup> ±0,68	5,01 <sup>a</sup> ±0,27
Cl <sup>-</sup> (mmol/L)	101,97 <sup>a</sup> ±1,77	102,58 <sup>a</sup> ±1,77	100,13 <sup>a</sup> ±1,53	102,81 <sup>a</sup> ±4,10
SID(mmol/L)	40,44 <sup>b</sup> ±0,75	40,88 <sup>b</sup> ±1,21	40,73 <sup>b</sup> ±1,09	44,54 <sup>a</sup> ±1,62
pH da urina	8,42 <sup>a</sup> ±0,25	7,86 <sup>b</sup> ±0,28	8,21 <sup>a</sup> ±0,09	8,33 <sup>a</sup> ±0,18
EF Ca(%)	0,79 <sup>b</sup> (0,2/0,9)	0,51 <sup>b</sup> (0,3/0,6)	1,98 <sup>a</sup> (1,7/3,0)	1,06 <sup>ab</sup> (0,4/1,6)
EF P(%)	0,22 <sup>b</sup> (0,1/0,3)	0,25 <sup>b</sup> (0,1/0,3)	0,77 <sup>a</sup> (0,6/1,1)	0,41 <sup>ab</sup> (0,3/0,6)
EF Mg(%)	1,50 <sup>a</sup> (0,9/3,0)	0,54 <sup>b</sup> (0,3/0,7)	3,49 <sup>a</sup> (2,5/4,9)	1,10 <sup>ab</sup> (0,7/1,7)
EF Na <sup>+</sup> (%)	1,11 <sup>a</sup> (0,5/2,7)	0,011 <sup>b</sup> (0,008/0,02)	0,53 <sup>a</sup> (0,1/1,1)	0,36 <sup>ab</sup> (0,1/0,5)
EF K <sup>+</sup> (%)	54,76 <sup>ab</sup> (28,8/88,2)	15,16 <sup>b</sup> (7,8/21,1)	116,74 <sup>a</sup> (82,5/179,6)	31,92 <sup>b</sup> (20,5/61,0)
EF Cl <sup>-</sup> (%)	2,35 <sup>ab</sup> (1,1/5,3)	0,61 <sup>b</sup> (0,2/0,8)	4,82 <sup>a</sup> (3,4/7,5)	1,72 <sup>ab</sup> (0,8/2,6)

<sup>a,b</sup> Letras diferentes representam diferença entre as médias ou medianas na mesma linha(p<0,05).

**Quadro 4. Variação ( $\bar{x}\pm s$ ) do cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K<sup>+</sup>), sódio (Na<sup>+</sup>), cloreto (Cl<sup>-</sup>) e diferença de íons fortes (SID) no soro sanguíneo e do pH urinário, e valores medianos (Md) e de percentis (P<sub>25</sub> / P<sub>75</sub>) das excreções fracionadas (EF) urinárias de vacas da raça Jersey de média produção mantidas em pastoreio de aveia e azevém. Coletas realizadas em diferentes momentos relacionados ao estágio de desenvolvimento da pastagem de inverno: antes dos animais iniciarem o pastoreio (M0); e após três semanas (estágio inicial) (M1); oito semanas (fase intermediária de desenvolvimento) (M2) e 15 semanas (pastagem madura) (M3) de permanência na pastagem**

	M0	M1	M2	M3
Ca(mg/dL)	11,70 <sup>a</sup> ±0,6	11,66 <sup>a</sup> ±0,51	11,73 <sup>a</sup> ±0,33	11,68 <sup>a</sup> ±0,25
P(mg/dL)	6,06 <sup>a</sup> ±1,33	6,15 <sup>a</sup> ±1,39	5,03 <sup>a</sup> ±0,70	5,32 <sup>a</sup> ±1,72
Mg(mg/dL)	2,75 <sup>a</sup> ±0,11	2,77 <sup>a</sup> ±0,08	2,82 <sup>a</sup> ±0,06	2,78 <sup>a</sup> ±0,07
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	135,97 <sup>b</sup> ±2,248	139,95 <sup>ab</sup> ±5,26	136,08 <sup>b</sup> ±2,07	140,45 <sup>a</sup> ±2,72
K <sup>+</sup> (mmol/L)	4,39 <sup>b</sup> ±0,146	4,90 <sup>a</sup> ±0,24	5,17 <sup>a</sup> ±0,62	5,13 <sup>a</sup> ±0,55
Cl <sup>-</sup> (mmol/L)	100,52 <sup>a</sup> ±1,63	101,30 <sup>a</sup> ±4,30	99,56 <sup>a</sup> ±1,66	103,13 <sup>a</sup> ±3,65
SID(mmol/L)	39,85 <sup>b</sup> ±0,71	43,56 <sup>a</sup> ±2,18	41,69 <sup>ab</sup> ±1,28	42,45 <sup>a</sup> ±1,69
pH da urina	8,07 <sup>b</sup> ±0,09	8,06 <sup>b</sup> ±0,229	8,40 <sup>a</sup> ±0,15	8,12 <sup>b</sup> ±0,291
EF Ca(%)	0,85 <sup>a</sup> (0,3/1,0)	0,86 <sup>a</sup> (0,5/1,2)	0,61 <sup>a</sup> (0,4/1,1)	1,36 <sup>a</sup> (0,97/1,8)
EF P(%)	0,52 <sup>a</sup> (0,3/2,6)	1,67 <sup>a</sup> (0,8/3,4)	0,73 <sup>a</sup> (0,4/0,8)	0,62 <sup>a</sup> (0,5/0,8)
EF Mg(%)	0,97 <sup>b</sup> (0,9/2,1)	4,22 <sup>a</sup> (3,3/6,4)	2,15 <sup>ab</sup> (1,6/2,8)	1,39 <sup>b</sup> (1,0/1,7)
EF Na <sup>+</sup> (%)	0,025 <sup>b</sup> (0,02/0,2)	0,73 <sup>a</sup> (0,2/2,5)	0,14 <sup>a</sup> (0,04/0,3)	0,06 <sup>b</sup> (0,02/0,1)
EF K <sup>+</sup> (%)	50,22 <sup>a</sup> (34,2/89,4)	128,9 <sup>a</sup> (111,7/198,5)	101,65 <sup>a</sup> (71,3/117,6)	42,83 <sup>b</sup> (32,0/54,4)
EF Cl <sup>-</sup> (%)	1,68 <sup>a</sup> (1,1/2,6)	4,07 <sup>a</sup> (2,6/4,9)	3,33 <sup>a</sup> (2,7/5,4)	1,63 <sup>a</sup> (1,0/1,9)

<sup>a,b</sup> Letras diferentes representam diferença entre as médias ou medianas na mesma linha (p<0,05).

da e passou a representar metade de todo o volumoso ingerido. O impacto da mudança da dieta sobre o metabolismo de minerais e eletrólitos poderia ser, possivelmente, maior se as vacas passassem a ingerir as gramíneas de inverno como a principal ou única fonte de alimento volumoso.

O excesso de K na dieta pode afetar, por diferentes mecanismos, tanto a absorção de Mg (Corbellini 1998, Martens & Schweigel 2000, Rérat et al. 2009), quanto à homeostase de Ca (Goff 2000, Carvalho et al. 2005, Rérat et al. 2009).

Quanto maior a ingestão de potássio, menor a absorção intestinal de Mg (Martens & Schweigel 2000). Pastagens com valores da relação K:Ca+Mg superiores a 2,2 são consideradas prováveis indutoras de hipomagnesemia, seja esta clínica ou subclínica (Corbellini 1998, Blackwelder & Hunt 2006). Nas pastagens estudadas, essa relação apresentou-se acima de 2,2 no estágio inicial de desenvolvimento, quando o pasto era viçoso (Quadro1).

Além disso, a concentração de Mg permaneceu baixa na

pastagem. Corbellini (1998) citou que os valores sugeridos como ideais pelas tabelas de requerimento nutricional para a ingestão de Mg por vacas leiteiras são insuficientes para aquelas de alta produção. Blackwelder & Hunt (2006) relataram que quando o teor de Mg da dieta encontra-se inferior a 2g/kg MS, o metabolismo do Mg torna-se desequilibrado. A hipomagnesemia inaparente ou subclínica resultante interfere com o metabolismo do Ca e aumenta a chance das vacas desenvolverem hipocalcemia, tanto no puerpério quanto em período não puerperal (Corbellini 1998, Goff 2000).

A DCA da pastagem mostrou-se significativamente maior no primeiro estágio de evolução ( $p < 0,05$ ), comparada aos momentos seguintes. Em qualquer das fases de maturação, o pasto de aveia e azevém exibiu valores superiores ao contido na silagem de milho (Quadro 1). As diferenças se devem à concentração de K, mais elevada no pasto do que na silagem e maior na gramínea jovem do que na madura. A importância da concentração de K como fator determinante da elevação da DCA da pastagem também foi citada por Rérat et al. (2009).

A DCA da dieta completa ingerida pelas vacas sadias estudadas foi  $13,40 \pm 3,1$  mEq/100g MS antes de entrarem no pasto de inverno. Após isso, variou de  $24,69 \pm 3,8$  mEq/100g MS quando a gramínea era jovem, a  $20,60 \pm 4,9$  mEq/100g MS no estágio intermediário de maturação, e a  $17,74 \pm 3,5$  mEq/100g MS quando a forragem era madura. Não houve diferença entre os quatro momentos ( $p > 0,05$ ), provavelmente porque as vacas continuaram ingerindo silagem, que ao contrário da pastagem de inverno, possui DCA baixa. A mudança radical da alimentação volumosa para a pastagem de inverno sem complementação com a silagem geraria impacto acentuado sobre a DCAD, elevando a proporção de cátions, especialmente na fase em que a gramínea é jovem.

Está bem documentado que as dietas aniônicas, as quais possuem maior quantidade de ânions do que de cátions, diminuem a incidência de HP quando ingeridas no período que antecede o parto (Block 1984, Joyce et al. 1997, Grünberg et al. 2011). Vacas alimentadas com dietas catiônicas, por outro lado, apresentam maior tendência a desenvolver hipocalcemia (Goff 2000, Oetzel 2000, Goff & Horst 2003, Divers & Peek 2008). A DCAD tem efeito sobre o equilíbrio acidobase no organismo, sendo as dietas catiônica e aniônica, alcalogênica e acidogênica, respectivamente (Oetzel 2000, Leite et al. 2003, DeGroot et al. 2010). As variações no equilíbrio acidobase são de pequena magnitude, mas suficientes para interferir com a eficiência da resposta dos tecidos ósseo e renal ao paratormônio (PTH). Sob a condição de alcalose metabólica leve, resultante da ingestão de dieta catiônica, a interação entre o PTH e seus receptores não é tão eficiente, o que compromete a reabsorção óssea do Ca e a ativação da vitamina D nos rins. Em situação de maior exigência, a vaca terá dificuldade para manter a calcemia (Goff 2000).

Comparada à das vacas sadias estudadas, a DCA da dieta que as duas vacas acometidas por HNP ingeriam era mais elevada (39,8 e 40,6 mEq/100g MS, para o primeiro e para o segundo casos, respectivamente), caracterizando uma dieta catiônica. Segundo Block (1984) e Joyce et al. (1997), va-

lores de DCAD parecidos com esses, no período pré-parto, aumentam o risco de HP. Ao contrário das vacas sadias, as que desenvolveram HNP estavam ingerindo a pastagem de inverno como principal ou único volumoso da dieta, e por esse motivo, seriam mais propensas a desenvolverem desequilíbrio. Além disso, os casos ocorreram poucas semanas após a mudança da dieta e no período inicial de desenvolvimento da gramínea, época em que a concentração de K e a DCA são as mais elevadas. Isso coincide com as observações de técnicos e de produtores da região de que a ocorrência dos casos de HNP é mais comum no início do pastoreio de inverno, principalmente quando a complementação com outra fonte de alimento é interrompida ou irregular.

Investigações futuras devem ser realizadas para confirmar a hipótese de que o excesso de K ingerido tem participação na patogenia da HNP. Para tanto, distintamente do delineamento adotado nesse trabalho, vacas ingerindo aveia e azevém como volumoso exclusivo da dieta devem ser incluídas no estudo. Contudo, até que o esclarecimento definitivo da etiopatogenia seja alcançado e que as medidas efetivas de prevenção sejam conhecidas, com base nos resultados obtidos, parece lógico admitir que a mudança completa da dieta volumosa, substituindo a silagem de milho pelas forrageiras de inverno, deve ser evitada nas vacas em lactação.

## CONCLUSÕES

Vacas leiteiras em lactação mantidas em pastagem de aveia e/ou de azevém nos meses de inverno podem desenvolver hipocalcemia e exibir conjunto de sinais clínicos e resposta ao tratamento semelhantes aos da hipocalcemia puerperal clássica, mesmo não sendo recém-paridas.

A ingestão de aveia e azevém substituindo parcialmente a silagem de milho como volumoso da dieta não provoca desequilíbrio eletrolítico e não interfere com a calcemia, a fosfatemia ou a magnesemia de vacas lactantes de alta e de média produção.

A utilização das forrageiras de inverno como a única ou principal fonte de volumoso da dieta parece ser o fator desencadeante da doença e pode estar relacionada com o excesso de cátions ingeridos devido à elevada concentração de potássio na gramínea, principalmente, quando a planta é jovem.

**Agradecimentos.**- Ao médico veterinário Nelcir Basso pelo auxílio nas fases de seleção das propriedades e animais estudados e de coleta das amostras. Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro (MAPA/CNPq processo nº 578645/2008-4).

## REFERÊNCIAS

- AOAC 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington. 1015p.
- Blackwelder J.T. & Hunt E. 2006. Distúrbios do metabolismo do magnésio, p.1256-1260. In: Smith B.P. (Ed.), Medicina Interna de Grandes Animais. 3<sup>a</sup> ed. Manole, São Paulo.
- Block E. 1984. Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. J. Dairy Sci. 67(12):2939-2947.



- Carvalho F.A.N., Barbosa F.A. & McDowell L.R. 2005. Nutrição de Bovinos a Pasto. 2ª ed. Gradual, Belo Horizonte. 428p.
- Curi P.R. 1998. Metodologia e Análise da Pesquisa em Ciências Biológicas. 2ª ed. Gráfica e Editora Tipomic, Botucatu. 263p.
- Constable P.D., Staempfli H.R., Navetat H., Berchtold J. & Schelcher F. 2005. Use of a quantitative strong ion approach to determine the mechanism for acid-base abnormalities in sick calves with or without diarrhea. *J. Vet. Intern. Med.* 19(4):581-589.
- Corbellini C.N. 1998. Etiopatogenia e controle da hipocalcemia e hipomagnesemia em vacas leiteiras, p.1-17. In: González F.H.D., Ospina H.P. & Barcellos J.O.J. (Eds), Seminário Internacional Sobre Deficiências Minerais em Ruminantes. Editora da UFRG, Porto Alegre.
- Correa L.B., Zanetti M.A., Del Claro G.R. & Paiva F.A. 2009. Resposta em parâmetros sanguíneos e urinários de vacas leiteiras ao aumento no balanço cátion-aniônico da dieta. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 61(3):655-661.
- DeGroot M.A., Block E. & French P.D. 2010. Effect of prepartum anionic supplementation on periparturient feed intake, health and milk production. *J. Dairy Sci.* 93(11):5268-5279.
- Peek S.F. & Divers T.J. 2008. Metabolic diseases, p.590-603. In: Divers T.J. & Peek S.F. (Eds), *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle*. 2ª ed. Saunders Elsevier, St Luis.
- Garry F., Chew D.J., Rings D.M., Tarr M.J. & Hoffsis G.F. 1990. Renal excretion of creatinine, electrolytes, protein, and enzymes in healthy sheep. *Am. J. Vet. Res.* 51(3):414-419.
- Goff J.P. 2000. Pathophysiology of calcium and phosphorus disorders. *Vet. Clin. Food Anim.* 16(2):319-337.
- Goff J.P. 2008. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *Vet. J.* 176(1):50-57.
- Goff J.P. & Horst R.L. 2003. Role of acid-base physiology on the pathogenesis of parturient hypocalcaemia (milk fever): the DCAD theory in principal and practice. *Acta Vet. Scand.* 97(1):51-56.
- Grünberg W., Donkin S.S. & Constable P.D. 2011. Periparturient effects of feeding a low dietary cation-anion difference diet on acid-base, calcium, and phosphorus homeostasis and on intravenous glucose tolerance test in high-producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94(11):727-745.
- Hunt E. & Blackwelder J.T. 2006. Distúrbios do metabolismo do cálcio, p.1248-1253. In: Smith B.P. (Ed.), *Medicina Interna de Grandes Animais*. 3ª ed. Manole, São Paulo.
- Joyce P.W., Sanchez W.K. & Goff J.P. 1997. Effect of anionic salt in prepartum diets based on alfafa. *J. Dairy Sci.* 80(11):2866-2875.
- Kaneko J.J., Harvey J.W. & Bruss M.L. 2008. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6ª ed. Academic Press, London. 932p.
- Leite L.C., Andriquetto J.L., Carneiro M. & Rocha R.M.V.M. 2003. Diferentes balanços catiônicos-aniônicos da dieta de vacas da raça holandesa. *R. Bras. Zootec.* 32(5):1259-1265.
- Lista F.N., Silva J.F.C., Vasquez H.M., Detmann E., Domingues F.N. & Ferolla F.S. 2007. Avaliação de métodos de amostragem qualitativa em pastagens tropicais manejadas em sistema rotacionado. *R. Bras. Zootec.* 36(5):1413-1418.
- Martens H. & Schweigel M. 2000. Pathophysiology of grass tetany and other hipomagnesemias. *Vet. Clin. Food Anim.* 16(2):339-368.
- NRC. 2001. *Nutrient Requirement of Dairy Cattle*. 7ª ed. Nacional Academic Press, Washington, DC. 381p.
- Oetzel G.R. 1988. Parturient paresis and hypocalcemia in ruminant livestock. *Vet. Clin. Food Anim.* 4(2):351-364.
- Oetzel G.R. 2000. Management of dry cows for the prevention of milk fever and other mineral disorders. *Vet. Clin. Food Anim.* 16(2):369-386.
- Onofri L. & Graça D.S. 2004. A Tetania das pastagens e magnésio. *Cad. Téc. Esc. Vet. UFMG* 46:73-79.
- Ortolani E.L. 1995a. Aspectos clínicos, epidemiológicos e terapêuticos da hipocalcemia puerperal de vacas leiteiras. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 47(6):799-808.
- Ortolani E.L. 1995b. Hipocalcemia da vaca parturiente. *Cad. Téc. Esc. Vet. UFMG* 14:59-71.
- Radostits O.M., Gay C.C., Hinchcliff K.W. & Constable P.D. 2007. Parturient paresis (milk fever), p.1626-1644. In: *ibid.* (Eds), *Veterinary Medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. 10ª ed. Saunders Elsevier, Philadelphia.
- Rérat M., Philipp A., Hess H.D. & Liesegang A. 2009. Effect of different potassium levels in hay on acid-base status and mineral balance in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92(12):6123-6133.
- Valadares Filho S.C., Rocha Junior V.R. & Capelle E.R. 2006. *Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos*. 2ª ed. Suprema Gráfica Ltda, Viçosa. 297p.