

Hipocalcemia no deslocamento de abomaso de bovinos: estudo de 39 casos¹

Thais H.C. Patelli^{2*}, Rafael Fagnani³, Luis Fernando C. da Cunha Filho³, Francisco A.A. Souza², Gabriele S. Wolf⁴, Mauro J.L. Cardoso², Fábio Rodrigues F. Seiva⁵ e Julio Matsuda⁶

ABSTRACT.- Patelli T.H.C., Fagnani R., Cunha Filho L.F.C., Souza F.A.A., Wolf G.S., Cardoso M.J.L., Seiva F.R.F. & Matsuda J. 2017. [**Hypocalcemia in displacement the abomasum in cattle: study of 39 cases.**] Hipocalcemia no deslocamento de abomaso de bovinos: estudo de 39 casos. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 37(1):17-22. Setor de Veterinária e Produção Animal, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Rodovia BR-369 Km 54, Vila Maria, Bandeirantes, PR 86360-000, Brazil. E-mail: thaispatelli@uenp.edu.br

This study evaluated the status of serum calcium in 39 Holstein cows with displacement of the abomasum (DA), from 30 dairy farms selected in the region of Campos Gerais, Paraná state, Brazil. The diagnosis of abomasal displacement was performed by auscultation and percussion, besides the clinical signs and history information. Before surgery, blood samples were collected to measure blood levels of calcium, albumin, protein and glucose. As a control group, blood samples were collected from healthy cows that were in similar period of lactation. Of the 39 cows with abomasal displacement, 35 had hypocalcemia and in the control group only one cow. Blood glucose and protein concentrations were lower in the animals with DA when compared with the control group.

INDEX TERMS: Hypocalcemia, displacement of abomasum, cattle, dairy cattle.

RESUMO.- Este estudo avaliou o status do cálcio sérico em 39 vacas com deslocamento de abomaso (DA), provenientes de 30 propriedades leiteiras selecionadas, na região de Campos Gerais no Paraná. O diagnóstico do deslocamento de abomaso foi realizado por percussão auscultatória, além dos sinais clínicos e informações da anamnese. Previamente ao procedimento cirúrgico, amostras de sangue foram coletadas para a mensuração dos níveis sanguíneos de cálcio, albumina, proteína e glicose. Como grupo controle, amostras de sangue foram coletadas de vacas hígdas que

se encontravam em semelhante período de lactação. Das 39 vacas com deslocamento de abomaso, 35 apresentaram hipocalcemia e no grupo controle, apenas um animal. Concentrações sanguíneas de glicose e proteína foram inferiores nos animais com DA, quando comparados com animais do grupo controle.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Hipocalcemia, deslocamento de abomaso, bovinos, gado leiteiro.

INTRODUÇÃO

O deslocamento de abomaso (DA) em vacas leiteiras é uma enfermidade multifatorial com a maioria dos casos diagnosticados dentro das primeiras semanas após o parto, sendo a atonia abomasal um pré-requisito para sua ocorrência. Vários fatores de risco têm sido associados com o DA, entretanto a causa primária da enfermidade permanece desconhecida (Doll et al. 2009). Os deslocamentos proporcionam perdas econômicas devido aos custos com tratamento, diminuição da produção leiteira, aumento dos descartes involuntários e mortes (LeBlanc et al. 2005).

Nos últimos 50 anos foram identificados vários fatores de riscos associados à ocorrência do DA. Existem doenças

¹ Recebido em 30 de outubro de 2015.

Aceito para publicação em 9 de agosto de 2016.

² Setor de Veterinária e Produção Animal, Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Rodovia BR-364 Km 54, Vila Maria, Bandeirantes, PR 86360-000, Brasil. *Autor para correspondência: thaispatelli@uenp.edu.br

³ Universidade do Paraná (Unipar), Av. Paris 675, Jardim Piza, Arapongas, PR 86702-665, Brasil.

⁴ Discente do Curso de Medicina Veterinária, UENP, Rodovia BR-364 Km 54, Vila Maria, Bandeirantes, PR 86360-000, Brasil.

⁵ Centro de Ciências Biológicas, UENP, Rodovia BR-364 Km 54, Vila Maria, Bandeirantes, PR 86360-000, Brasil.

⁶ Médico Veterinário Autônomo, Clínica Carambé Vet, Avenida dos Pioneiros 1003, Carambé, PR 84145-000, Brasil.

associadas que predisõem ao DA como as que resultam em anorexia e inapetência, devido à diminuição do volume ruminal.

Outro achado importante é a hiperglicemia que frequentemente está associada com casos de DA, devido à liberação de glicocorticoides. Stariè et al. (2004) sugerem que a hiperglicemia, especialmente em animais com DA à direita, pode estar associada com o mau funcionamento pancreático, devido ao prejuízo na saída do suco pancreático e distúrbio na circulação sanguínea no parênquima pancreático devido à mudança anatômica do duodeno e do omento.

Os perfis metabólicos são usados como procedimento de monitoramento rotineiro para o diagnóstico de transtornos metabólicos, deficiências derivadas da nutrição e como preventivo de transtornos subclínicos, além da pesquisa de problemas de saúde e de desempenho de um rebanho (Duffield et al. 2009).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o status do cálcio em vacas de alta produção de leite da raça Holandesa com deslocamento de abomaso.

MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo foram selecionadas 30 propriedades destinadas à produção leiteira, localizadas no município de Carambeí, região de Campos Gerais no estado do Paraná. Os rebanhos eram compostos por vacas da raça Holandesa, com média acima de 25 litros de leite/dia, submetidas a sistema de produção confinado *free-stall* e alimentação à base de silagem de milho, pré-secado de azevém, ração e suplementação mineral. Os animais foram divididos em dois grupos: G1- 39 vacas que apresentaram deslocamento de abomaso e G2 (grupo controle) - 24 vacas que não apresentaram deslocamento de abomaso.

O diagnóstico do DA foi realizado por meio de exame físico que contou com a presença de ruído metálico (chapinhar) durante a percussão auscultatória do abdome, especialmente sobre as três últimas costelas, além das informações da anamnese. Em cada propriedade foi aplicado um questionário com informações referentes à produtividade leiteira do animal e o manejo nutricional. A correção cirúrgica foi realizada imediatamente após o diagnóstico de cada caso, utilizando-se a técnica de omentopexia. Previamente ao início do procedimento cirúrgico amostras de sangue foram coletadas mediante venopunção da coccígea em sistema de tubos à vácuo sem anticoagulante para a determinação sérica de cálcio, proteína total e albumina e em tubos esterilizados contendo fluoreto de sódio na proporção de 3,5mg/mL de sangue (Ferreira Neto et al. 1981) para mensuração da glicose. Ao término dos procedimentos cirúrgicos, amostras de sangue também foram coletadas das vacas pertencentes ao G2 (grupo controle) que se encontravam em semelhante período de lactação dos animais que desenvolveram deslocamento de abomaso. As amostras foram transportadas sob refrigeração até o la-

boratório para centrifugação (2000g por 15 minutos), obtenção de soro e congelamento a - 20°C. As mensurações foram realizadas utilizando aparelho bioquímico automático (Bioplus 200, São Paulo, Brasil) com kits comerciais seguindo as recomendações do fabricante. O delineamento experimental casualizado ponderou o efeito do deslocamento de abomaso sobre os níveis sanguíneos de glicose, albumina, proteínas séricas, cálcio total e cálcio corrigido. As variáveis que não apresentaram normalidade e homocedastidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, foram então submetidas ao teste de Mann-Whitney. A proporção de ocorrência de animais com deslocamento de abomaso dentro desses grupos foi analisada pelo teste de qui-quadrado à 0,5%. A correção de Yates foi aplicada quando o número de observações era menor que cinco. Os testes consideraram $p \leq 0,05$ como estatisticamente significativo e em todas as análises foi utilizado o programa *Statistica 7.0*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante dos resultados, observou-se que a frequência dos fatores de tecnificação e manejo analisados foram semelhantes entre propriedades caso e controle. Os animais com deslocamento de abomaso tiveram maior ocorrência de hipocalcemia ($p < 0,05$) (Quadro 1). Cerca de 90% das vacas com deslocamento de abomaso apresentaram hipocalcemia, enquanto essa proporção nas vacas sem deslocamento (G2) foi menor que 0,25%. Neste estudo, a probabilidade de um animal com deslocamento de abomaso ter hipocalcemia subclínica foi de nove entre dez animais. No Quadro 1, a partir da interpretação dos valores sanguíneos, os animais foram classificados em grupos: com ou sem hipocalcemia.

De acordo com Goff (2008) a hipocalcemia subclínica ocorre em fêmeas bovinas que apresentam teores de cálcio total $< 8,0\text{mg/dL}$ ($< 2,2\text{mmol/L}$), lembrando que aproximadamente metade do cálcio total encontra-se sob a forma ionizada (Ballantine & Herbein 1991). No presente estudo, das 39 vacas com deslocamento de abomaso, 89,7% (36) apresentaram hipocalcemia, conforme relatado por outros autores (Zadnik 2003, El-Attar et al. 2007, Mokhber et al. 2013). Já foi descrito que mais de 50% das vacas destinadas à produção de leite sofrem de hipocalcemia subclínica no período pré-parto (Horst et al. 2003, Reinhardt et al. 2011, Chamberlin et al. 2013), contudo, os animais deste estudo não tiveram as concentrações de cálcio avaliadas antes do parto ou do DA.

A hipocalcemia é um fator inibidor da motilidade abomasal apresentando relação direta entre a amplitude e quantidade de contrações com os níveis plasmáticos de cálcio (Daniel 1983), sendo que em concentrações inferiores a $4,8\text{mg/dL}$ não ocorre motilidade do abomaso. Alguns trabalhos relacionaram a hipocalcemia subclínica ao

Quadro 1. Frequência absoluta e relativa de deslocamento de abomaso observado em 63 animais agrupados segundo a presença/ausência de hipocalcemia subclínica*

	Com hipocalcemia n (%)	Sem hipocalcemia n (%)	Total n (%)	χ^2 ; p
Com deslocamento	35 (55,55)	4 (6,35)	39	41,00;<0,01
Sem deslocamento**	1 (1,59)	23 (36,51)	24	
Total	36 (57,14)	27 (42,86)	63(100)	

n = número de observações; χ^2 = valor de qui-quadrado. *Hipocalcemia segundo valores sanguíneos abaixo de $8,0\text{mg/dL}$; ** Grupo controle.

aumento dos riscos de deslocamento de abomaso (Massey et al. 1993, Risco & Mendelez 2009, Chapinal et al. 2011). Vacas com níveis de cálcio abaixo de 8,8mg/dL nas primeiras duas semanas pós-parto, além de apresentarem elevado risco de desenvolverem DA, também apresentaram maior probabilidade de serem descartadas da produção nos primeiros 60 dias de lactação (Seifi et al. 2011). Durante o período de transição, 51% das vacas apresentaram hipocalcemia subclínica no momento do parto, porém, não houve diferença entre vacas hipocalcêmicas e normocalcêmicas quanto a ocorrência de DA e outras doenças (Chamberlin et al. 2013). A baixa concentração de cálcio plasmático pode afetar as contrações da musculatura lisa e musculatura esquelética dependentes de cálcio (Murray et al. 2008) e a redução do tônus abomasal pode resultar no acúmulo de gás, os quais são pré-requisitos para a ocorrência do deslocamento de abomaso (Doll et al. 2009).

Resultados diferentes foram obtidos por Gild et al. (2015) que ao estudarem os efeitos da hipocalcemia subclínica em 634 vacas leiteiras no pós-parto em Israel, observaram que apenas duas vacas, inclusive do grupo de normocalcêmicas desenvolveram deslocamento de abomaso a esquerda (DAE). LeBlanc et al. (2005) não encontraram relação entre concentrações séricas de cálcio e subsequente incidência de DAE, creditando a hipocalcemia subclínica ao inadequado consumo de alimentos no pré-parto. Para alguns autores, a hipocalcemia é causada por uma insuficiente adaptação e não pela deficiência de cálcio criada entre a suplementação na dieta e as exigências na lactação (Martín-Tereso & Martens 2014).

No decorrer do exame físico para o diagnóstico de deslocamento, observou-se a presença de afecções concomitantes em 30,7% (12/39) das vacas, sendo 17,9% (7/39) com metrite, 5,1% (2/39) com retenção de placenta, 5,1% (2/39) com massa tumoral no abomaso e 2,5% (1/39) com laminite. Embora a hipocalcemia pareça ser a causa dos deslocamentos no presente estudo, animais com doenças infecciosas e/ou metabólicas apresentam risco significativamente maior de desenvolver DA quando comparados aos controles saudáveis (Mulligan & Doherty 2008, Martinez et al. 2012) por reduzirem o consumo de matéria seca. A redução dos níveis de cálcio tem sido associada com a mobilização de lipídeos ao redor do parto (Chamberlin et al. 2013) que influencia na mobilidade do trato gastrointestinal (Hansen et al. 2003). Esta situação, também provoca a diminuição do consumo de matéria seca e aumento na prevalência de afecções metabólicas. Como mais um fator importante, a redução dos níveis de cálcio nas células mononucleares que precede a hipocalcemia, reduz a habilidade das células em liberar cálcio em resposta aos sinais intracelulares disparados (Kimura et al. 2006). Em vacas submetidas à indução de hipocalcemia subclínica, as concentrações de iCa^{2+} citosólico nos neutrófilos declinaram mais rápido do que nas vacas normocalcêmicas, além de que o influxo de iCa^{2+} extracelular não foi capaz de sustentar a utilização do iCa^{2+} citosólico ou restabelecer os estoques do retículo endoplasmático, ou até mesmo ambos (Martinez et al. 2012). Os mesmos

autores aventam que o aumento dos riscos de doenças em vacas que desenvolveram hipocalcemia subclínica no início da lactação, pode, em parte, ser causado pela supressão da função das células imunes mediadas pela redução das concentrações de iCa^{2+} citosólico. Além de minimizar a função das células imunes, a redução dos níveis de cálcio pode interferir na contração do útero, o que contribui com os índices de retenção de placenta e metrite encontrados neste trabalho.

Estas alterações também podem causar estase gastrintestinal e consequentemente atonia abomasal (Anderson 2009). A hipocalcemia subclínica reduz as contrações ruminais, além de afetar a ruminação e a taxa de passagem de partículas, que podem influenciar na distensão do rúmen (Martinez et al. 2012). Entretanto, Chapinal et al. (2011) observaram relação da hipocalcemia subclínica ao aumento dos casos de DA, mas não encontraram relação com retenção de placenta ou metrite.

No Quadro 2 estão sumarizados os níveis séricos de glicose, proteína total, albumina, cálcio total e cálcio cor-

Quadro 2. Mediana (Mdn), média (\bar{X}), desvio padrão (σ) e valores mínimos e máximos (I) de glicose, albumina, proteínas séricas, cálcio total e cálcio corrigido em 63 animais agrupados segundo a presença/ausência do deslocamento de abomaso

	Com deslocamento		Sem deslocamento	
	Mdn	$\bar{X} \pm \sigma$	Mdn	$\bar{X} \pm \sigma$
Glicose sérica(mg/dl)	33,50 ^a	47,49±22,41 17,00F108,00	64,50 ^b	75,92±53,98 41,00F320,00
Albumina(mg/dl)	3,13 ^a	2,77±0,69 1,34F4,73	2,73 ^a	2,72±0,67 1,56F4,28
Proteína sérica(mg/dl)	6,15 ^a	6,40±4,79 1,30F29,00	9,95 ^b	9,62±1,55 6,60F11,80
Cálcio total(mg/dl)	5,27 ^a	5,26±1,74 2,09F10,68	13,20 ^b	14,25±5,53 4,70F28,00
Cálcio corrigido(mg/dl)	3,05 ^a	2,99±1,26 1,20F6,90	7,00 ^b	7,73±3,37 2,50F18,70

Medianas seguidas de letras minúsculas distintas nas linhas indicam diferença segundo o teste de Mann-Whitney ($p < 0,05$).

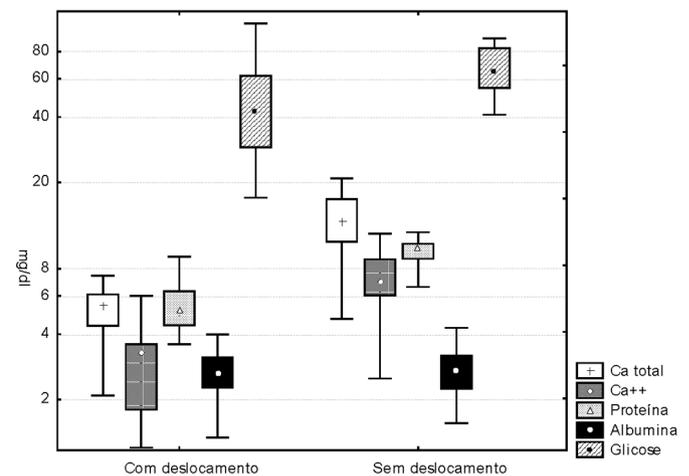


Fig.1. Mediana e quartis ($Q_{1/4}$ - $Q_{3/4}$) da quantidade de glicose, albumina, proteínas séricas, Cálcio total (Ca total) e Cálcio ionizado (Ca++) em 63 vacas agrupados segundo a presença/ausência do deslocamento de abomaso.

rigido nas vacas dos dois grupos. Somente a albumina não apresentou diferença estatística entre os grupos ($p>0,05$). Os animais do G1 apresentaram diferença estatística com relação aos animais do G2 nos demais parâmetros séricos estudados ($p<0,05$).

No experimento, teores séricos de glicose também foram mensurados e embora dentro dos limites fisiológicos para a espécie (45,04mg/dL por Kunz et al. 1985, 55,4mg/dL por Erickson et al. 1992 e 45-75mg/dL por Kaneko 1997), foram mais baixos nos animais com DA (47,49±22,41) quando comparados aos animais controle (75,92±53,98). Resultados distintos foram obtidos por outros autores que observaram aumento nas concentrações de glicose em vacas com esta afecção (Zadnik 2003, Van Meirhaege et al. 1988, Itoh et al. 1998). Essa divergência de resultado pode ser explicada por duas situações distintas: a hiperglicemia também pode ocorrer por falha na resposta dos tecidos à insulina que possui importante papel no estímulo à lipogênese nas fases iniciais da gestação e na lipólise nos estágios finais da gestação e no início da lactação (McNamara 1991) e esta redução da sensibilidade também tem sido associada à dificuldade de esvaziamento do abomaso e redução das contrações da parede deste órgão. Entretanto, baixas concentrações de glicose também podem estar relacionadas com o fato de que além de depender do consumo alimentar, a motilidade do abomaso também depende da tonicidade vagal, proveniente das informações aferentes do sistema nervoso autônomo que são regidas em parte pelas concentrações de glicose e insulina (Kovacs et al. 1996, Lam et al. 1997). Portanto, baixas concentrações de glicose podem contribuir com a redução da motilidade do abomaso, o que pode ter ocorrido nos animais do nosso estudo.

A proteína sérica encontrou-se significativamente inferior nos animais com DA (Fig.1), embora tenha permanecido dentro dos limites fisiológicos para a espécie. Resultado também observado por Cardoso et al. (2008), segundo o qual pode estar relacionada ao período de privação alimentar que sofrem os animais afetados, o que prejudica o metabolismo proteico. Por outro lado, Mokher et al. (2013) não observaram diferença nos valores da proteína total entre vacas com e sem DA. No presente trabalho, a concentração de globulina dos animais com deslocamento de abomaso apresentaram valores estatisticamente inferiores (2,79±1,16) em relação aos animais controle (6,96±1,58), o que justifica a redução nas concentrações de proteína total. Corroborando com nossos dados Seifi et al. (2007) também encontraram concentrações mais baixas em vacas com 8 dias pós-parto sem DA. Embora sejam condições diferentes, algumas possíveis explicações para a hipoproteinemia são: redução da síntese proteica hepática e/ou aumento da taxa de catabolismo proteico, diluição da albumina no soro pelo aumento da volemia ou extravasamento de proteína para o espaço intersticial. Outra possível explicação é o desvio das proteínas circulantes em resposta a alta demanda para a síntese de leite, em vacas em início de lactação (Goff 2000, Seifi et al. 2005).

Dos 39 animais do G1, 36 apresentaram hipocalcemia

(Fig.1), o que leva a crer ser esta a causa do deslocamento de abomaso. Contudo, se faz necessário refletir se realmente a demanda de cálcio dos animais está sendo atendida. Pode-se pressupor que os animais acompanhados neste estudo se encontravam no limite da homeostase do cálcio e, realmente mais propensos a desenvolver distúrbios metabólicos. Porém, neste estudo não foram avaliados os níveis de cálcio previamente ao deslocamento de abomaso, para identificarmos ou não a hipocalcemia antes do parto ou do DA. Para tanto, é necessário a realização de um estudo longitudinal que acompanhe as vacas deste o início da lactação.

Como comentado anteriormente, a hipocalcemia tem sido aventada como causa de imunossupressão, devido a depleção intracelular no armazenamento de cálcio nas células sanguíneas mononucleares periféricas (Kimura et al. 2006), as quais podem afetar a prevalência de doenças nos animais hipocalcêmicos. Adicionalmente, a hipocalcemia reduz o tônus da musculatura lisa, afetando o esfíncter do teto e o miométrio. Consequentemente, vacas com hipocalcemia apresentam maior risco na ocorrência de deslocamento de abomaso e outras enfermidades no período de transição, como mastite, retenção de placenta e metrite.

Considerando a hipocalcemia como consequência de uma falha na adaptação fisiológica do cálcio ao redor do parto (Martín-Tereso & Martens 2014) e risco significativo para o desencadeamento de outras doenças, estratégias de controle e prevenção devem ser implantadas nos rebanhos. Dietas aniônicas têm sido utilizadas com sucesso no período de 21 dias pré-parto com o objetivo de estimular a absorção e mobilização do cálcio, prevenir a hipocalcemia, manter a ingestão de matéria seca e melhorar a produção de leite no pós-parto (DeGroot et al. 2010). Com o objetivo de provocar discreta acidose metabólica, a dieta aniônica deve ser fornecida concomitante ao aumento do cálcio dietético e deve ser acompanhada pela mensuração semanal do pH urinário como indicador de acidificação sistêmica. A DACD ideal parece estar em torno de -10mEq/100g de matéria seca. Entretanto, alguns autores observaram que a dieta aniônica promoveu o aumento nas concentrações plasmáticas de cálcio nas primeiras 24 horas pós-parto, sem contudo influenciar na incidência de hipocalcemia clínica ou subclínica (Moore et al. 2000, Kurosaki et al. 2007, Ramos-Nieves et al. 2009). Por ser um cátion com forte poder alcalinizante, monitorar os níveis de potássio na forragem é outra estratégia que deve ser considerada na prevenção da hipocalcemia. Os altos níveis de K^+ na forragem podem ser uma das causas da incidência de hipocalcemia mesmo com o uso da dieta aniônica. A administração de cálcio por via oral no dia do parto e 24 horas após tem sido utilizada com resultados promissores, tendo como fontes o formiato de Ca, cloreto de Ca, propionato de Ca e sulfato de Ca. Contudo, a atenção com a dieta não deve ser subestimada, mesmo quando se optar por outros métodos de prevenção.

Ainda, vale considerar que os animais com deslocamento de abomaso frequentemente apresentam expressiva redução na produção de leite, acarretando prejuízos

econômicos significativos. Observou-se uma perda média na produção de leite de 61,15%. Patelli et al. (2012) reportaram perda de 75,4% na produção de leite aferida entre a produção média e a produção do dia em que ocorreu o DA.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo permitiram inferir que a hipocalcemia é um fator importante em vacas com deslocamento de abomaso (DA), entretanto, considerando o número de animais acometidos, mais estudos são necessários para avaliar se a hipocalcemia se comportou como um fator predisponente ou determinante no DA.

Agradecimentos.- À Fundação Araucária pela concessão de bolsa.

REFERÊNCIAS

- Anderson D.E. 2009. Pathophysiology of displacement of the abomasum in cattle, p.35-40. In: Anderson D.E. & Rings D.M. (Eds), *Current Veterinary Therapy: food animal practice*. Vol.5. W.B. Saunders, Philadelphia.
- Ballantine H.T. & Herein J.H. 1991. Potentiometric determination of ionized and total calcium in blood plasma of Holstein and Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 74:446-449.
- Cardoso F.A., Esteves V.S., Oliveira S.T., Lasta C.S., Valle S.F., Campos R. & González F.H.D. 2008. Hematological, biochemical and ruminant parameters for diagnosis of left displacement of the abomasum in dairy cows from Southern Brazil. *Pesq. Agropec. Bras.* 43(1):141.
- Chamberlin W.D., Middleton J.R., Spain J.N., Johnson G.C., Eilersieck M.R. & Pithua P. 2013. Subclinical hypocalcemia, plasma biochemical parameters, lipid metabolism, postpartum disease and fertility in postparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96:7001-7013.
- Chapinal N., Carson M., Duffield T.F., Capel M., Godden S., Overton M., Santos J.E.P. & LeBlanc S.J. 2011. The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. *J. Dairy Sci.* 94:4897-4903.
- Daniel R.C.W. 1983. Motility of rumen and abomasum during hypocalcemia. *Can. J. Comp. Med.* 47(3):276-280.
- 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.* 93:5268-5279.
- Doll K., Sickinger M. & Seeger T. 2009. New aspects in the pathogenesis of abomasal displacement. *Vet. J.* 181(2):90-96.
- Duffield T.F., Lissemore K.D., McBride B.W. & Leslie K.E. 2009. Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *J. Dairy Sci.* 92:571-580.
- El-Attar H.M., Yassein M. & Abd El-Raof Ghanem M.M. 2007. Alterations in the clinical, hematological and biochemical pictures in abomasal displacement in cows in Egypt. *Vet. Med. J.* 16:102-109.
- Erickson P.S., Murphy M.R. & Clark J.H. 1992. Supplementation of dairy cow diets with calcium salts of long-chain acids and nicotinic acid in early lactation. *J. Dairy Sci.* 75:1078-1089.
- Ferreira Neto J.M., Viana E.S. & Magalhães L.M. 1981. *Patologia Clínica Veterinária*. Rabelo, Belo Horizonte. 293p.
- Gild C., Alpert N. & Van Straten M. 2015. The influence of subclinical hypocalcemia on production and reproduction parameters in Israeli dairy herds. *Israel J. Vet. Med.* 70(1):16-21.
- Goff J.P. 2000. Pathophysiology of calcium and phosphorus disorders. *Vet. Clin. North Am., Food Anim. Pract.* 16:319-337.
- Goff J.P. 2008. The monitoring, prevention and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *Vet. J.* 176:50-57.
- Hansen S.S., Norgaard P., Pedersen C., Jorgensen R.J., Mellau L.S.B. & Ene-mark J.D. 2003. The effect of subclinical hypocalcaemia induced by Na-2EDTA on the feed intake and chewing activity of dairy cows. *Vet. Res. Commun.* 27:193-205.
- Horst R.L., Goff J.P. & McCluskey B.J. 2003. Prevalence of subclinical hypocalcemia in US dairy operations. *J. Dairy Sci.* 86(Suppl.1):247.
- Itoh N., Kiwa M. & Hatsugaya A. 1998. Comparative analysis of blood chemical values in primary ketosis and abomasal displacement in cows. *J. Vet. Med.* 45:293-298.
- Kaneko J.J. 1997. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 5th ed. Academic Press, San Diego. 932p.
- Kimura K., Reinhardt T.A. & Goff J.P. 2006. Parturition and hypocalcemia blunts calcium signals in immune cells of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89:2588-2595.
- Kovacs T.O.G., Lloyd K.C.K. & Walsh J.H. 1996. Gastrin partially mediates insulin-induced acid secretion in dogs. *Peptides* 17:583-587.
- Kunz P.L., Blum J.W., Hart I.C., Bickel H. & Landis J. 1985. Effects of different energy intakes before and after calving on food intake, performance and blood hormones and metabolites in dairy cows. *Anim. Product.* 40:219-231.
- Kurosaki N., Yamato O., Mori F., Imoto S. & Maeda Y. 2007. Preventing effect of mildly altering dietary cation-anion difference on milk fever in dairy cows. *J. Vet. Med. Sci.* 69:185-192.
- Lam W.F., Masclee A.A.M., Muller E.S.M. & Lamers C.B.H.W. 1997. Effect of hyperglycemia on gastric acid secretion during gastric phase of digestion. *Am. J. Physiol.* 272:G1116-G1121.
- LeBlanc S.J., Leslie K.E. & Duffield T.F. 2005. Metabolic predictors of displaced abomasum in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 88:159-170.
- Martín-Tereso J. & Martens H. 2014. Calcium and magnesium physiology and nutrition in relation to the prevention of milk fever and tetany (dietary management of macrominerals in preventing disease. *Vet. Clin. North Am., Food Anim. Pract.* 30(3):643-670.
- Martinez N., Risco C.A., Lima F.S., Bisinotto R.S., Greco L.F., Ribeiro E.S., Maunsell F. & Galvão K. 2012. Evaluation of periparturient calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. *J. Dairy Sci.* 95:7158-7172.
- Massey C.D., Wang, C., Donovan G.A. & Beede D.K. 1993. Hypocalcemia at parturition as a risk factor for left displaced abomasum in dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 203:852-853.
- McNamara J.P. 1991. Regulation of adipose tissue metabolism in support of lactation. *J. Dairy Sci.* 74:747-749.
- Moore S.J., VandeHaar M.J., Sharma B.K., Pilbeam T.E., Beede D.K., Bucholtz H.F., Liesman J.S., Horst R.L. & Goff J.P. 2000. Effects of altering dietary cation-anion difference on calcium and energy metabolism in periparturient cows. *J. Dairy Sci.* 83:2095-2104.
- Mokhber D.M., Eftekhari Z., Sadeghian S., Bahounar A. & Jeloudari M. 2013. Evaluation of hematological and biochemical profiles in dairy cows with left displacement of the abomasum, *Comp. Clin. Pathol.* 22: 175-179.
- Mulligan F.J. & Doherty M.L. 2008. Production diseases of the transition cow. *Vet. J.* 176(1):3-9.
- Murray R.D., Horsfield J.E., McCormick W.D., Williams H.J. & Ward D. 2008. Historical and current perspectives on the treatment, control and pathogenesis of milk fever in dairy cattle. *Vet. Rec.* 163:561-565.
- Patelli T.H.C., Souza F.A.A., Rosa F., Barreiros T.R.R. & Marques L.C. 2012. Economic impact of displaced abomasum on a dairy farm in Carambeí, Paraná. *Ars Vet.* 29(1):8-12.
- Ramos-Nieves J.M., Thering B.J., Waldron M.R., Jardon P.W. & Overton T.R. 2009. Effects of anion supplementation to low-potassium prepartum diets on macromineral status and performance of periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92:5677-5691.
- Reinhardt T.A., Lippolis D.J., McCluskey B.J., Goff J.P. & Horst R.L. 2011. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. *Vet. J.* 188(1):122-124.
- Risco C.A. & Melendez P. 2011. *Dairy Production Medicine*. Wiley Blackwell, Oxford. 40p.
- Seifi H.A., Mohri M., Ehsani A., Hosseini E. & Chamsaz M. 2005. Interpretation of bovine serum total calcium: effects of adjustment for albumin and total protein. *Comp. Clin. Pathol.* 14:155-159.

- Seifi H.A., Gorji-Dooz M., Mohri M., Dalir-Naghadeh B. & Farzaneh N. 2007. Variations of energy-related biochemical metabolites during transition period in dairy cows. *Comp. Clin. Pathol.* 16:253-258.
- Seifi H.A., LeBlanc S.J., Leslie K.E. & Duffield T.F. 2011. Metabolic predictors of postpartum disease and culling risk in dairy cattle. *Vet. J.* 188:216-220.
- Stariè J., Zadnik T., Jezek J., Klinkon M. & Nemeç M. 2004. Blood glucose concentration as prognostic indicator in cows with abomasal displacement. *Proc. 23rd World Buiatrics Congress, Quebec. IVIS, Quebec*, p.35. (Resumo 70(2317))
- Van Meirhaege H., Deperez P., Van den Hende C. & Muylle E. 1988. Plasma glucose clearance and insulin response in cows with abomasal displacement. *J. Vet. Med. A* 35:221-224.
- Zadnik T. 2003. A comparative study of the hemato-biochemical parameters between clinically healthy cows and cows with displacement of the abomasum. *Acta Vet.* 53:5-6.