



## Efeitos da administração de monensina por meio de cápsulas de liberação controlada no desempenho de vacas Holandesas no início da lactação

Renata Maria Consentino Conti<sup>1</sup>, Márcia Saladini Vieira Salles<sup>2</sup>, Edison Schalch<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Anhanguera Educacional.

<sup>2</sup> Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio.

<sup>3</sup> Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - USP.

**RESUMO** - Com o objetivo de estudar o efeito da monensina sobre a produção e composição de leite, a contagem de células somáticas, a condição corporal e os parâmetros sanguíneos e reprodutivos de vacas da raça Holandesa de alta produção no início de lactação, foram utilizadas 44 vacas com produção diária de  $33,44 \pm 4,93$  litros de leite, em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos: um controle (C) e outro com cápsulas de liberação controlada de monensina com eficácia de 100 dias (300 mg/vaca/dia). A administração individual de monensina foi realizada 30 dias antes da data provável do parto. A monensina não alterou a produção, a composição do leite e a contagem de células somáticas do leite nem a condição corporal e a concentração de glicose e BHBA (beta-hidroxibutirato) no soro das vacas, no entanto, diminuiu a concentração de AGNE (ácidos graxos não-esterificados) no soro das vacas com 60 dias de lactação. O período de serviço e o número de serviços por concepção não diferiram entre os tratamentos, porém, a administração de monensina diminuiu o número de animais que apresentaram retenção de placenta e laminite. A administração de monensina para vacas Holandesas de alta produção no início de lactação não modifica a produção e a composição do leite, contudo, diminui a concentração de AGNE 60 dias após o parto e a incidência de laminite e retenção de placenta nas vacas no pós-parto.

Palavras-chave: ácidos graxos não-esterificados, composição e produção do leite, glicose, ionóforo, parâmetros reprodutivos

## Effects of administration controlled released monensin capsules on performance of Holstein cows in the beginning of lactation

**ABSTRACT** - The objective was to study the effect of the monensin on milk yield and milk composition, somatic cell count, body condition score, serum parameters and reproductive aspects high producing Holstein cows in early lactation. Forty-four cows with daily milk yield of the  $33.44 \pm 4.93$  liter of milk were assigned to a completely randomized design with two treatments: control (C) and other with controlled released monensin capsule with efficacy of 100 days (300 mg/cow/day). The individual administration of the monensin capsule was made 30 day before the probable calving time. Monensin did not affect the milk yield and milk composition, somatic cell count, body condition score and glucose and BHBA (beta-hydroxybutyrate) concentration in the cow blood serum. However, decreased concentration of NEFA (Non esterified fatty acid) in blood serum of cow with 60 days in milk. Service period and number of services per conception was not affected by treatments, however, the administration monensin decreased the number of the cows that showed retained placenta and laminitis. The administration monensin for high producing Holstein cows in early lactation did not change the milk production and composition. However, decrease the concentration of NEFA 60 days post calving and the incidence of laminitis and retained placenta in the post calving cows.

Key Words: NEFA, glucose, ionophor, milk composition and yield, reproductive aspects

### Introdução

No período entre o final da gestação e o início de lactação em vacas leiteiras especializadas, há maior risco de doenças metabólicas (Duffield, 1997), que podem ter origem metabólica ou infecciosa (Oetzel, 1997) e ocasionar diminuição na produção de leite e nos índices reprodutivos.

Esse período é de extrema demanda de energia para estes animais, que reduzem a capacidade de ingestão de alimentos no último terço de gestação e início de lactação, quando seria necessário maior consumo de matéria seca (Duffield, 1997), em virtude do início da lactação e da maior predisposição na mobilização de gordura corpórea (Duffield et al., 1998) e requerimento de nitrogênio (Plaizier, 1997).

Esses fatores levam o animal a um balanço nutricional negativo e ao aumento do risco de doenças metabólicas, como cetoses clínicas e subclínicas (Sauer et al., 1989), que afetam o desempenho dos animais (Oetzel, 1997).

O modo de ação dos ionóforos consiste basicamente na modificação dos movimentos de íons na membrana celular de microrganismos ruminais (Schelling, 1984), afetando a população microbiana ruminal. A monensina altera as proporções de ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen, principal fonte de energia dos ruminantes, aumentando a proporção de ácido propiônico e diminuindo a proporção de ácido acético e butírico e a relação acetato/propionato sem alterar a produção total de ácidos graxos voláteis, (Dinius et al., 1976; Jiménez et al., 1984; Van Beuklen et al., 1984; Fellner et al., 1997), a produção de metano (Kennelly & Lien, 1997) e a degradação ruminal da proteína dietética (Hayes et al., 1996).

A monensina pode ser utilizada no início da lactação em vacas de alta produção na tentativa de amenizar o balanço energético negativo e diminuir o risco de desordens metabólicas (Duffield et al., 2003). Esse ionóforo aumenta a concentração de propionato ruminal, resultando em vantagens nutricionais e energéticas para as vacas, como diminuição na mobilização de gordura corpórea no início de lactação, melhora na produção e composição do leite, redução na ocorrência de desordens metabólicas e melhora no desempenho reprodutivo de vacas Holandesas (Medel et al., 1991).

Sauer et al. (1998) adicionaram 24 ppm de monensina na alimentação de vacas lactantes e observaram aumento significativo na produção de leite, sem alterações nos valores de proteína e sólidos totais, mas com diminuição nos teores de gordura. Segundo esses autores, a monensina pode ser usada como agente terapêutico na prevenção de cetose subclínica em bovinos sem afetar a produção leiteira. Além disso, reduz a quantidade de corpos cetônicos em vacas de alta produção, uma vez que animais que não receberam suplementação apresentaram 50% de incidência de cetose, ao passo que, com administração de 15 g de monensina por tonelada de MS, a incidência de cetose foi de 33% e com 30 g de monensina por tonelada de MS não passou de 8% (Sauer et al., 1989).

Objetivou-se com esta pesquisa estudar o efeito da monensina sobre a produção, a composição e a contagem de células somáticas do leite, a condição corporal e os parâmetros sanguíneos e reprodutivos em vacas da raça Holandesa de alta produção no início de lactação.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado na fazenda da Empresa Agropastoril Agrindus S.A. Iniciou-se o experimento com

58 vacas Holandesas multíparas de segunda e terceira cria, com produção de  $33,44 \pm 4,93$  litros de leite. Os animais foram mantidos em instalações do tipo *free-stall* com piquete de circulação e sistema de resfriamento. Por várias razões fora do controle, 14 vacas (sete de cada tratamento) não completaram o protocolo experimental, motivo pelo qual foram utilizados dados de apenas 44 vacas (22 vacas por tratamento).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos e considerando cada animal uma unidade experimental. Foram avaliados um tratamento controle (C) e outro com monensina (300 mg/vaca/dia). A monensina foi administrada individualmente por meio de cápsula (Rumensin ABC - Empresa Elanco) de liberação controlada e com eficácia de 100 dias, colocada no rúmen por via esofágica com aplicador específico do produto, no oitavo mês de gestação, ou seja, 30 dias antes da data provável do parto, quando se iniciaram as coletas de dados, perdurando até o terceiro mês após o parto (90 dias após o parto).

As vacas foram alimentadas à vontade com ração completa, fornecida duas vezes ao dia. Do início do experimento (8<sup>o</sup> mês de gestação) até o parto, os animais foram alimentados com ração composta de 83,9% de silagem de milho, 2,84% de feno de coast-cross, 2,27% de polpa cítrica, 4,26% de refinasil, 3,98% de farelo de soja e 2,84% de premix, cuja composição bromatológica, segundo AOAC (1995), foi: 37,94% de MS; 14,67% de PB; 41,03% de FDN; 1,88% de EE; 6,02% de MM; 0,53% de Ca e 0,38% de P, em % da MS. Após o parto e até o término do experimento, as vacas receberam a ração composta de 59,55% de silagem de milho, 8,21% de aveia verde, 2,05% de feno de coast-cross, 8,42% de milho úmido, 2,46% de caroço de algodão, 2,67% de polpa cítrica; 2,05% de refinasil, 2,46% de soja grão, 6,78% de farelo de soja e 5,34% de premix, cuja composição bromatológica, em porcentagem da matéria seca, segundo AOAC (1995), foi: 45,97% de MS; 15,49% de PB; 33,81% de FDN; 3,57% de EE; 6,57%, de matéria mineral; 0,69% de Ca e 0,40% de P.

A produção de leite foi obtida diariamente e a média semanal utilizada para composição das médias mensais. O leite foi coletado em frascos específicos contendo dicromato de sódio retirando-se amostras nas três ordenhas diárias, por meio de copos coletores, no início e no final da ordenha aos 30, 60 e 90 dias pós-parto. Nessas amostras de leite, foram analisados os teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais utilizando-se o equipamento Bentley 2000 da Bentley Instruments Inc, Chaska Minnesota USA, que analisa os componentes físico-químicos do leite por infravermelho, conforme técnica descrita pela AOAC (1995). A determinação da contagem de células somáticas do leite

foi realizada por fluorimetria pelo equipamento manual de operação do Somacount 500, editado pela Bentley Instruments Inc. Chaska Minnesota USA. Os dados de produção de leite foram padronizados para 4% de gordura utilizando-se a fórmula: produção de leite =  $(0,4 \times \text{quantidade de leite em kg}) + (15 \times \text{quantidade de gordura presente no leite em kg})$ .

Utilizou-se a metodologia de Domecq et al. (1995) para obtenção do escore de condição corporal das vacas, com escala de 1 a 5. As anotações foram feitas no início do experimento e 30, 60 e 90 dias após o parto.

O sangue foi coletado na veia mamária, utilizando tubos *vacutainer* com EDTA para análise de glicose e com heparina sódica para as análises de BHBA e AGNE. As amostras foram armazenadas no gelo até o término da coleta para posterior centrifugação. Após centrifugação, o plasma foi congelado em tubos *ependorf*. A glicose foi analisada pelo procedimento enzimático colorimétrico com leituras a 520 nm (*kit* comercial da empresa Laborlab) e o AGNE por procedimento enzimático colorimétrico (*kit* da empresa da Waco Chemicals) com leitura de absorbância em leitor Elisa. Para determinação da concentração plasmática de BHBA, analisou-se o plasma sanguíneo de apenas cinco animais por tratamento nos dias 15 e 7 antes do parto, na semana do parto e 7 e 15 dias pós-parto em espectrofotômetro colorimétrico com leitura a 340 nm (*kit* da empresa Sigma Diagnostic - lote 099H6058).

As vacas foram observadas duas vezes ao dia para detecção de cio e anotação dos parâmetros reprodutivos do período de serviço (número de dias após o parto para as vacas retornarem ao cio) e do número de serviços por concepção (número de coberturas necessárias para concepção). A incidência de doenças e desordens metabólicas como retenção de placenta, problemas de casco e mastite foi anotada durante todo o período experimental.

Os dados foram analisados utilizando-se o programa computacional Statistical Analysis System (SAS, 1985) e as

análises de variância foram realizadas pelo PROC GLM para todas as variáveis em estudo, exceto a incidência de doenças, analisada pelo teste qui-quadrado pelo PROC FREQ. A transformação para logaritmo foi necessária para a concentração de AGNE.

## Resultados e Discussão

A monensina não alterou a produção e a composição do leite, a contagem de células somáticas no leite, a condição corporal (Tabela 1) e a concentração de glicose (Figura 1) e BHBA. Os resultados encontrados para BHBA foram 3,50; 3,59; 4,54; 3,87 e 3,67 mg/dL para o tratamento com monensina e 3,72; 2,95; 4,52; 2,72 e 4,99 mg/dL para o controle 15 e 7 dias antes do parto, no dia do parto e 7 e 15 dias após o parto, respectivamente (erro-padrão da média = 0,49) no soro das vacas em experimentação.

O efeito da monensina sobre a produção de leite é bastante variável. Na literatura, encontram-se trabalhos nos quais se obteve aumento da produção de leite em vacas sob suplementação com esse ionóforo (Hayes et al., 1996; Lean et al., 1996; Fellner, 1997; Beckett et al., 1998; Sauer et al., 1998; Van Der Werf et al., 1998), enquanto em outros trabalhos (Baile et al., 1982; Dye et al., 1988; Sauer et al., 1989; Ramanzin et al., 1997; Phipps 1997; Green et al., 1999; Juchem et al., 2004), incluindo este, não houve aumento na produção de leite. Existem inúmeros fatores relacionados a esta diferença da ação da monensina na produção de leite, como raça, quantidade de concentrado oferecido e quantidade e duração da administração do ionóforo (Kennelly & Lien, 1997). A suplementação de ionóforos nas doses de 80 a 350 mg/dia para vacas de leite não modificou a produção em 18 experimentos revisados por Ipharraguerr & Clark (2003), mas aumentou em média 7% a produção de leite em outros 14 experimentos. Esses autores afirmaram que a influência do ionóforo na produção de leite não depende de

Tabela 1 - Produção e composição do leite, condição corporal e contagem de células somáticas do leite durante o período experimental

	Controle (0 mg de monensina)			Monensina (300 g monensina)			EPM
	30 (dias)	60 (dias)	90	30	60	90	
Produção de leite (kg)*	30,37	33,54	33,08	30,60	32,86	33,54	0,63
Gordura (%)	3,22	2,79	2,94	3,16	2,91	2,87	0,11
Proteína (%)	2,90	2,83	2,86	2,90	2,84	2,89	0,07
Lactose (%)	4,85	4,74	4,77	4,78	4,76	4,71	0,04
Sólidos totais (%)	11,73	11,16	11,38	11,54	11,30	11,28	0,17
CCS (log)	292,40	231,00	82,05	517,00	186,60	222,05	92,59
Condição corporal (%)**	3,44	3,52	3,60	3,50	3,84	3,61	0,06

\* Corrigido pela porcentagem de gordura.

\*\* No início do experimento, a condição corporal das vacas do tratamento controle era de 3,99 e a das vacas do tratamento com 300 g de monensina, de 3,89.

EPM = erro-padrão da média.

quando é iniciada a administração do ionóforo durante o estágio de lactação, mas do tipo de alimento fornecido às vacas. De acordo com Duffield et al. (1999), a condição corporal dos animais também pode afetar essa resposta. Esses autores observaram maior produção de leite com a suplementação de monensina em animais gordos, com escore corporal acima de 3,7, fato explicado pelo maior suprimento de energia pela adição do ionóforo, que aliviaria o impacto da cetose sobre a produção. Neste estudo, a condição corporal média foi de 3,6 após o parto nos animais sob suplementação com monensina e de 3,5 nos animais controle. Os animais sob suplementação com monensina apresentaram armazenamento de gordura corporal semelhante em relação às vacas do tratamento controle e, portanto, médias similares de produção leiteira.

A monensina diminuiu a concentração de AGNE no soro das vacas com 60 dias de lactação ( $P < 0,02$ ) em comparação aos animais controle (Figura 2). As concentrações de AGNE diferiram entre os tratamentos 30 dias antes do parto, ou seja, no início do experimento, quando foi colocada a cápsula de monensina. Essa diferença, não decorrente do tratamento, comprova que os animais que receberam o ionóforo foram introduzidos no experimento com concentrações maiores de AGNE no soro sanguíneo.

A concentração de AGNE no sangue e na urina aumentou com a mobilização de reservas lipídicas no início da lactação de vacas de alta produção (Grummer, 1993), baixando a concentração de glicose no sangue e diminuindo a reserva de glicogênio, resultando em cetose. Como resultado desse distúrbio, ocorre perda de apetite, redução vertical na produção leiteira, reduzida fertilidade e rápida perda na condição corporal (Baird, 1982).

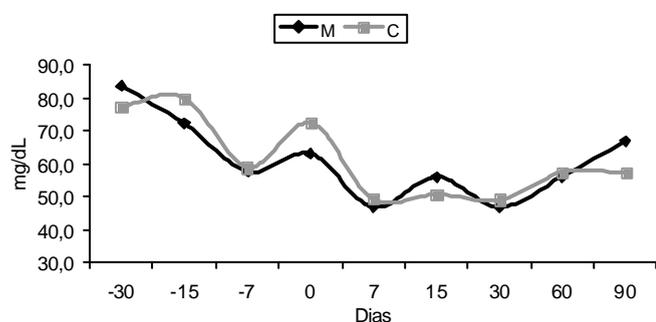


Figura 1 - Concentração de glicose no sangue (EPM = 4,64) nos dias que antecederam o parto (-30, -15 e -7), no dia do parto (0) e após o parto (7, 15, 30, 60 e 90) para as vacas controle (C) e aquelas tratadas com 300 mg de monensina (M).

O metabolismo da glicose, da gordura e dos corpos cetônicos é intrínseco. Quando a concentração de glicose sanguínea diminui a níveis hipoglicêmicos, os corpos cetônicos aumentam, em virtude da mobilização de gordura. A concentração de glicose no sangue das vacas neste estudo reduziu ligeiramente ao parto e aumentou novamente após 60 dias de lactação, no entanto, não atingiu níveis hipoglicêmicos. As médias entre os tratamentos foram bem próximas no decorrer do experimento. Plaizier et al. (2005) também relataram diminuição nos níveis de glicose plasmática entre as primeiras semanas antes e após o parto em vacas leiteiras, em decorrência dos diferentes perfis de energia das vacas entre essas semanas. Em revisão sobre a ação dos ionóforos em vacas em lactação, Ipharraguerr & Clark (2003) descreveram que a concentração de glicose no sangue pode aumentar ou não ser afetada pelo ionóforo. De 13 estudos analisados, apenas em quatro houve aumento da concentração de glicose no sangue, contudo, nesses estudos a disponibilidade deste metabólito foi relativamente pequena, um aumento médio de 5,9%.

Neste estudo, os valores de AGNE no sangue começaram a aumentar próximo ao parto e a diminuir na primeira quinzena de lactação, chegando a valores próximos ao do início do experimento depois de 90 dias de lactação. A suplementação de monensina reduziu em 29% a concentração de AGNE aos 60 dias de lactação, mas não alterou a produção leiteira, a condição corporal e os parâmetros reprodutivos das vacas. Ramanzin et al. (1997) observaram redução de 38% na concentração de AGNE quando administraram monensina (300 mg/dia) em dietas com alto teor de volumoso, portanto, a monensina foi eficiente na prevenção de cetose.

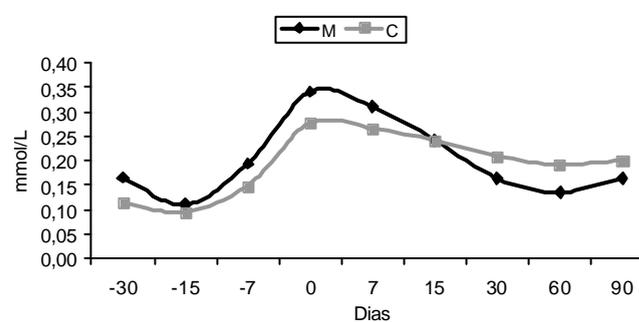


Figura 2 - Concentração de AGNE no sangue (EPM = 0,01) nos dias que antecederam o parto (-30, -15 e -7), no dia do parto (0) e após o parto (7, 15, 30, 60 e 90) para as vacas controle (C) e com 300 mg de monensina (M).

Efeito significativo dos tratamentos 30 dias antes do parto ( $P < 0,0496$ ) e 60 dias após o parto ( $P < 0,0175$ ).

O período de serviço e o número de serviços por concepção não diferiram entre os tratamentos (Tabela 2), mas a suplementação de monensina diminuiu o número de animais que apresentaram retenção de placenta ( $P < 0,06$ ) e laminite ( $P < 0,03$ , Tabela 3). Segundo Lean et al. (1996), a suplementação de monensina diminuiu laminites nos animais por reduzir a concentração de ácido láctico ruminal, mantendo o pH e diminuindo risco de acidose. Lean & Wade (1997) verificaram redução de 37% na incidência de laminite em animais sob suplementação com monensina. Neste estudo, 73% dos animais controle apresentaram laminite, enquanto, do total de vacas que receberam suplementação de monensina, 41% tiveram laminite. A suplementação de monensina reduziu em 32% a incidência de laminite nas vacas em estudo. Lunn et al. (2005) relataram que a monensina aumentou a frequência de alimentação em vacas em lactação com acidose subaguda, melhorando o pH ruminal. Com pH ruminal mais estável, diminuem as chances de as vacas terem problemas de casco e reduz a incidência de laminites.

A suplementação de monensina também foi eficaz em diminuir a retenção de placenta. Do total de vacas controle, 32% apresentaram retenção e, das suplementadas com monensina, 9% apresentaram retenção. O ionóforo reduziu em 23% a incidência de retenção de placenta nas vacas neste estudo. Melendez et al. (2006) observaram diminuição de 3,9% em vacas múltiparas e Duffield et al. (2002) redução

de 25% na incidência de retenção de placenta em vacas no pós-parto sob suplementação com monensina. Esses autores argumentaram que a monensina melhora o sistema imune dos animais, uma vez que favorece o balanço energético provido pelo ionóforo. Elevadas concentrações de AGNE podem suprimir o sistema imunológico e a suplementação de energia pode melhorar alguns aspectos da função imune durante o pré-parto de vacas leiteiras (Melendez et al., 2006). Ipharraguerre & Clark (2003) aludiram em sua revisão que a melhora no balanço energético promovida pelo ionóforo favorece o sistema imune de vacas em lactação, no entanto, a magnitude desses efeitos é determinada por vários fatores, ainda pouco entendidos.

## Conclusões

A suplementação de monensina para vacas Holandesas de alta produção no início de lactação não modifica a produção e a composição do leite, contudo, diminui a concentração de AGNE 60 dias após o parto e a incidência de laminite e retenção de placenta nas vacas no pós-parto.

## Agradecimento

À Empresa Agrindus, pela cessão das instalações e dos animais; à Empresa Elanco, pelo fornecimento do produto Rumensin; à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP, pelo financiamento do material utilizado no experimento; e à ESALQ/USP, pela cessão dos laboratórios.

## Literatura Citada

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: 1995. v.1, p.1-21.
- BAILE, C.A.; McLAUGHLIN, C.L.; CHALUPA, W.V. Effects of monensina fed to replacement dairy heifers during the growing and gestation period upon growth, reproduction, and subsequent lactation. **Journal of Dairy Science**, v.65, p.1941-1944, 1982.
- BAIRD, G.D. Primary ketosis in the high-producing dairy cows: clinical and subclinical disorders, treatment, prevention, and outlook. **Journal of Dairy Science**, v.65, p.1-10, 1982.
- BECKETT, S.; LEAN, I.; DYSON, R. et al. Effects of monensin on the reproduction, health, and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.1563-1573, 1998.
- DINIUS, D.A.; SIMPSON, M.E.; MARSH, P.B. Effect of monensin fed with forage on digestion and the ruminal ecosystem of steers. **Journal of Animal Science**, v.42, p.229-234, 1976.
- DOMECQ, J.J.; SKIDMORE, A.L.; LLOYD, J.W. et al. Validation of body condition scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.2308-2313, 1995.

Tabela 2 - Médias do período de serviço e número de serviços por concepção das vacas após o parto durante o período experimental

	Controle (0 mg monensina)	Monensina (300 g monensina)	EPM
Período de serviço (dias)	55,95	54,82	2,95
Número de serviços por concepção	3,91	4,04	0,44

EPM = erro-padrão da média.

Tabela 3 - Incidência de doenças nas vacas após o parto durante o período experimental

	Controle (0 mg monensina)	Monensina (300 g monensina)	P
n	22	22	
Retenção de placenta	7* (32%)**	2 (9%)	0,0617
Laminite	16 (73%)	9 (41%)	0,0331
Mastite clínica	4 (18%)	4 (18%)	NS

\* Número de vacas acometidas pela enfermidade.

\*\* Porcentagem de vacas acometidas pela enfermidade em relação ao número total de vacas do tratamento.

n = número de vacas; NS = não-significativo; P = probabilidade.

- DUFFIELD, T. A field study on the efficacy of the rumensin<sup>®</sup> controlled release capsule (CRC) administered prepartum on the prevention of subclinical ketosis in lactating dairy cattle. In: A SYMPOSIUM HELD, 1., Ontario, 1997. **Proceedings...** Ontario: Ontario Veterinary College, 1997. p.94-123.
- DUFFIELD, T.F.; SANDALS, D.; LESLIE, K.E. et al. Effect of prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on postpartum energy indicators in lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2354-2361, 1998.
- DUFFIELD, T.F.; LESLIE, K.E.; SANDALS, D. et al. Effect of prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on milk production and milk components in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.272-279, 1999.
- DUFFIELD, T.F.; LEBLANC, S.; BAGG, R. et al. Effect of monensin controlled released capsule on metabolic parameters in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1171-1176, 2003.
- DUFFIELD, R.T.; BAGG, R.; DESCOTEAUX, L. et al. Prepartum monensin for the reduction of energy associated disease in postpartum dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.397-405, 2002.
- DYE, B.E.; AMOS, H.E.; FROETSCHER, M.A. Influence of lasalocid on rumen metabolites, milk production, milk composition and digestibility in lactating cows. **Nutrition Reports International**, v.38, p.101-115, 1988.
- FELLNER, V. The effect of rumensin<sup>®</sup> on milk fatty acid profiles and methane production in lactating dairy cows. In: A SYMPOSIUM HELD, 1., 1997, Ontario. **Proceedings...** Ontario: Ontario Veterinary College, 1997. p.22-25.
- FELLNER, V.; SAUER, F.D.; KRAMER, J.K.G. Effects of nigericin, monensin and tetronasin on biohydrogenation in continuous flow-through ruminal fermenters. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.921-928, 1997.
- GREEN, B.L.; McBRIDE, B.W.; SANDALS, D. et al. The impact of monensin controlled-release capsule on subclinical ketosis in the transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.333-342, 1999.
- GRUMMER, R.R. Etiology of lipid-related disorders in periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3882-3896, 1993.
- HAYES, D.P.; PFEIFFER, D.U.; WILLIAMSON, N.B. Effect of intraruminal monensin capsules on reproductive performance and milk production of dairy cows fed pasture. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1000-1008, 1996.
- IPHARRAGUERRE, I.R.; CLARCK, J.H. Usefulness of ionophores for lactating dairy cows: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, p.39-57, 2003.
- JIMÉNEZ, L.J.; LOPEZ, J.; FIQUEIREDO, G. et al. Efeito da monensina no desempenho de terneiros em confinamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.13, p.301-307, 1984.
- JUCHEM, S.O.; SANTOS, F.A.P.; IMAIZUMI, H. et al. Production and blood parameters of Holstein cows treated prepartum with sodium monensin or propylene glycol. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.680-689, 2004.
- KENNELLY, J.J.; LIEN, K.A. Effect of ionophore supplementation on milk components from lactating cows. In: A SYMPOSIUM HELD, 1., 1997, Ontario. **Proceedings...** Ontario: Ontario Veterinary College, 1997. p.40-49.
- LEAN, I.J.; WADE, L.; BECKETT, S.D. Bovine somatotropin and monensin: emerging technologies. **Advances in dairy technology. Western Canadian Dairy Seminar**, v.8, p.237-253, 1996.
- LEAN, I.J.; WADE, L. Effects of monensin on metabolism, production, and health of dairy cattle. In: A SYMPOSIUM HELD, 1., 1997, Ontario. **Proceedings...** Ontario: Ontario Veterinary College, 1997. p.50-70.
- LUNN, D.E.; MUTSVANGWA, T.; ODONGO, N.E. et al. Effect of monensina on meal frequency during sub-acute ruminal acidosis in dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v.86, p.247-249, 2005 (Short Communication).
- MEDEL, M.; MERINO, P.; THOMAS, R. et al. Modo de acción del monensin en metabolismo ruminal y comportamiento animal. **Ciencia e Investigación Agraria**, v.18, p.153-173, 1991.
- MELENDEZ, P.; GONZALEZ, G.; BENZAQUEN, M. et al. The effect of a monensin controlled-release capsule on the incidence of retained fetal membranes, milk yield and reproductive responses in Holstein cows. **Theriogenology**, v.66, p.234-241, 2006.
- OETZEL, G.R. Challenges to fulfill the requirements of dairy cows in transition. In: A SYMPOSIUM HELD, 1., 1997, Ontario. **Proceedings...** Ontario: Ontario Veterinary College, 1997. p.1-12.
- PHIPPS, R.H. A study over two lactations: the effect of monensin on milk production, health and reproduction in lactating dairy cows. In: A SYMPOSIUM HELD, 1., 1997, Ontario. **Proceedings...** Ontario: Ontario Veterinary College, 1997. p.26-39.
- PLAIZER, J.C.; FAIRFIELD, A.M.; AZEVEDO, P.A. et al. Effects of monensin and stage of lactation on variation of blood metabolites within twenty-four hours in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.3595-3602, 2005.
- PLAIZIER, J.C.B. Studies on the rumen physiology and metabolic function with pre and postpartum administration of rumensin CRC. In: A SYMPOSIUM HELD, 1., 1997, Ontario. **Proceedings...** Ontario: Ontario Veterinary College, 1997. p.71-85.
- RAMANZIN, M.; BAILONI, L.; SCHIAVON, S. et al. Effect of monensin on milk production and efficiency of dairy cows fed two diets differing in forage to concentrate rations. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.6, p.1136-1142, 1997.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. User's guide: statistics, Version 8. Cary: 1985. (CD-ROM).
- SAUER, F.D.; KRAMER, J.K.G.; CANTWELL, W.J. Antiketogenic effects of monensin in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.2, p.436-442, 1989.
- SAUER, F.D.; FELLNER, V.; KINSMAN, R. et al. Methane output and lactation response in holstein cattle with monensin or unsaturated fat added to the diet. **Journal of Animal Science**, v.76, n.3, p.906-914, 1998.
- SCHELLING, G.T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.6, p.1518-1527, 1984.
- Van BEUKELLEN, P.; Van LINGEN, A.F.V.; PEETERS, M.E. et al. Effects of monensin in the ration on milk fat production and some rumen metabolites in cows during early and mid-lactation. **Zentralblatt für veterinärmedizin Reihe**, v.31A, p.350-360, 1984.
- Van der WERF, J.H.J.; JONKER, L.J.; OLDENBROEK, J.K. Effect of monensin on milk production by Holstein and Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.2, p.427-433, 1998.