

Efeitos da suplementação com ácidos graxos poliinsaturados protegidos da degradação ruminal no desempenho reprodutivo de novilhas de corte

Andressa Varella Gonsioroski¹ e João Batista Souza Borges¹

¹Universidade Federal Do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária, Av. Bento Gonçalves, 9090 – Agronomia, Porto Alegre/RS. CEP 91540-000

RESUMO

O uso de fontes de gordura protegida para vacas leiteiras é uma estratégia comum para elevar a densidade energética da dieta para melhorar a produtividade e o desempenho reprodutivo. Em vacas de corte, esta suplementação tem sido testada ao final dos protocolos de inseminação artificial a tempo fixo (IATF), com o objetivo de incrementar as taxas de prenhez através da redução das perdas embrionárias. No entanto, baixas taxas de prenhez após a IATF estão associadas a reduzidas taxas de ovulação nos tratamentos para sincronização de estros. Este experimento teve como objetivo avaliar se a suplementação de 200g de gordura protegida (Megalac-E®) na dieta no período de 30 dias que antecede ou posterior à IATF afeta positivamente o tamanho do folículo ovulatório, a taxa de ovulação e a taxa de prenhez. Cento e trinta e oito novilhas da raça Brangus, com escore de condição corporal médio de $2,85 \pm 0,17$ (em escala de 1 a 5) foram divididas aleatoriamente em dois grupos. O grupo 1 recebeu 200g de gordura protegida diariamente por trinta dias até a data da IATF. O grupo 2 recebeu a mesma suplementação com a gordura protegida, por 30 dias, após a IATF. Todos os animais receberam no Dia -9 tratamento hormonal iniciando-se pela inserção de dispositivo intravaginal com 1g de Progesterona (DIB, Intervet Schering-Plough), e 2mg de Benzoato de estradiol, im (Gonadiol, Schering-Plough, Brasil). No Dia -2, os dispositivos foram retirados e aplicados 2ml de d-Cloprostenol, im (Prolise, Genert, Brasil). No Dia -1 foi injetado 1ml de BE. Vinte e quatro horas depois, no Dia 0, foi realizado exame de ultrassom dos ovários para medir o diâmetro do folículo ovulatório e no Dia 10, para determinar a taxa de ovulação. As novilhas foram inseminadas entre 52 e 54 horas após a retirada dos dispositivos de Progesterona. Os diagnósticos de gestação foram realizados 30 dias após a IATF e ao final da temporada reprodutiva. Os diâmetros médios dos folículos ovulatórios foram significativamente maiores no grupo suplementado antes da IATF ($11,2 \pm 2,5$ mm), comparados os do grupo suplementado após IATF ($9,63 \pm 2,2$ mm). A taxa de prenhez foi significativamente maior no Grupo 1 em relação ao Grupo 2 (67,1 x 48,5% respectivamente). De acordo com os resultados obtidos, a suplementação com gordura protegida no período

anterior ao programa de sincronização de estros para a IATF proporciona melhor desempenho reprodutivo em novilhas de corte.

1 INTRODUÇÃO

A eficiência reprodutiva e a viabilidade econômica dos rebanhos de corte dependem da produção anual de terneiros de qualidade. A inseminação artificial a tempo fixo (IATF) é uma ferramenta eficaz para promover o uso massivo de recursos genéticos e que vem crescendo largamente no Brasil nos últimos anos. No entanto, raramente os índices de prenhez atingem valores acima de 55% em fêmeas de corte. Na maior parte das vezes, a condição nutricional é o principal fator limitante para o sucesso desta biotecnologia em rebanhos manejados de forma extensiva (O'Callaghan e Boland, 1999).

Como alternativa para promover o melhor desempenho na primeira temporada de reprodução, a prática de suplementação de novilhas antecedendo ao período de IATF tem sido proposta como alternativa para estimular especialmente o início da ciclicidade ovariana. Componentes nutricionais como a gordura protegida na dieta de bovinos, tem sido recomendados como alternativa para enriquecer o teor de energia e melhorar a função reprodutiva por ação dos ácidos graxos poliinsaturados (Ômega 3 e Ômega 6) presentes em sua composição (Santos et al., 2008; Lopes, 2007).

A suplementação com fontes de ácidos graxos Ômega-3 e Ômega-6 promove efeitos positivos na reprodução relacionados ao aumento na população dos folículos e ao tamanho do folículo ovulatório (Lucy et al., 1991; Beam e Butler, 1997; Staples et al., 2000), ao maior desenvolvimento do corpo lúteo (CL) (Raes et al., 2004; Bilby et al., 2006; Staples et al., 1998), e na qualidade ovocitária (Kim et al., 2001; Zeron et al., 2002). A ovulação de um folículo maior pode resultar em um CL maior (Vasconcelos et al., 2001; Sartori et al., 2002a) e de maior capacidade esteroidogênica. O aumento na concentração de Progesterona condiciona o ambiente uterino, estimulando o desenvolvimento embrionário (Mann, 1999) e a produção de interferon- τ (Farin, 1990), resultando na inibição da síntese e da liberação de Prostaglandina $F_2\alpha$ pelo endométrio, o que favorece o reconhecimento materno da gestação (Thatcher, 1995; Mann, 1999). Além disso, em outros estudos também foi observada uma influência de dietas contendo ácidos graxos poliinsaturados sobre a qualidade embrionária (Kojima et al., 1997; Childs et al., 2008a; Cerri et al., 2009b) e a concentração circulante de prostaglandinas e hormônios esteroides (Ryan et al., 1992; Thomas et al., 1997; Petit et al., 2002; Childs et al., 2008b).

Segundo Lopes et al. (2007), a suplementação com gordura protegida após a IATF resulta em maiores concentrações de progesterona e melhores taxas de prenhez em comparação com as alcançadas nas fêmeas não tratadas com a gordura. Também Lopes et al. (2007) forneceram Megalac-E® por 28 dias após a IATF em vacas Nelore e observaram taxas de prenhez superiores (56,5% n=200) comparado ao grupo que não recebeu a gordura (45,6% n=211). Peres et al. (2008), forneceram a vacas Nelore dieta rica em ácido graxo linoleico desde a IATF até 22 dias após o início do protocolo e observaram um aumento de 20,4% na taxa de concepção para estas vacas que receberam a suplementação.

O objetivo do presente estudo foi avaliar se a suplementação de novilhas de corte da raça Brangus com gordura protegida 30 dias antes ou depois da IATF, pode afetar positivamente a função ovariana e conseqüentemente a taxa de prenhez.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

Este experimento foi conduzido na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizada no município de Eldorado do Sul, região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. O período experimental desenvolveu-se entre os meses de outubro de 2011 a março de 2012.

2.2 Animais

Foram utilizadas cento e trinta e oito novilhas da raça Brangus, com idade de 24 ± 3 meses de idade, mantidas a pasto, com carga animal de $300 \text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. A disponibilidade forrageira da área experimental foi estimada em $1000 \text{kg MS} \cdot \text{ha}^{-1}$ durante o período. O escore de condição corporal (ECC) inicial médio foi de $2,85 \pm 0,17$, baseado em escala de 1 a 5 (Lowman et al., 1976), e o peso vivo (PV) inicial médio de $308,3 \pm 42 \text{Kg}$. A condição de ciclicidade das novilhas foi determinada através de dois exames ultrassonográficos (Chison 8300, com transdutor linear retal, 5MHz) realizados com intervalo de sete dias, em que se verificou a presença/ausência de um corpo lúteo funcional nos ovários.

2.3 Suplementação Alimentar

Para a suplementação foi utilizada uma gordura protegida (by-pass) produzida a partir do processo de saponificação de um óleo de soja, contendo 41,8% de ácido linoléico e 3,6% de ácido linolênico (Megalac-E, Arm & Hammer, Brasil). Com o objetivo de melhorar a

palatabilidade e sua aceitação pelos animais, foi adicionada à gordura protegida um composto energético e mineral contendo milho, soja, trigo e sal mineral. Foram formuladas duas diferentes misturas (A e B) que são apresentadas na Tabela 1. A suplementação foi realizada a campo, oferecida diariamente aos animais em cochos coletivos com comprimento de 0,5m linear por animal.

Tabela 1. Ingredientes concentrados na matéria natural usados para a formulação das misturas A e B.

	Mistura A	Mistura B
Ingredientes	% Concentrado (matéria natural)	
Soja em grão	40	5
Megalac-E	50	0
Trigo	0	85
Sal Mineral	10	10
Total	100	100

2.4 Grupos Experimentais

As novilhas foram divididas aleatoriamente em dois grupos, sendo que o Grupo 1 (n= 70) recebeu a mistura A contendo gordura protegida nos 30 dias que antecederam a IATF e, a seguir, passou a receber a mistura B por igual período. O Grupo 2 (n= 68) foi tratado de forma inversa, recebendo após a IATF a suplementação com a gordura protegida.

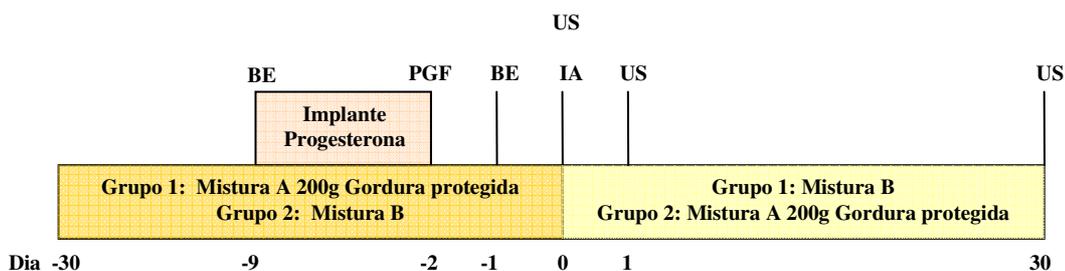
Os animais foram pesados no início do experimento (D -30), no dia da IATF (D 0) e no término do manejo de suplementação (D 30). Através destes dados, calculou-se o ganho médio diário (GMD), em quilogramas/dia, durante o período total da suplementação.

2.5 Sincronizações de Estros e IATF

As novilhas foram submetidas à protocolo de sincronização de estros para IATF (figura 1) baseado na utilização de Progesterona (P₄) e Estradiol (E₂). O protocolo teve início com a inserção de dispositivo intravaginal contendo 1g de Progesterona (DIB, Intervet Schering-Plough) associado à aplicação de 2mg de Benzoato de estradiol (BE), im, (Gonadiol, Schering-Plough, Brasil). Sete dias depois, os dispositivos foram retirados e as novilhas receberam 2mg de d-Cloprostenol (Prolise, Genert, Brasil), im. No dia seguinte, foi administrado 1ml de BE, im. As novilhas foram inseminadas a tempo fixo entre 52 e 56 horas

após a retirada dos dispositivos de Progesterona, utilizando-se sêmen de três diferentes reprodutores da raça Brangus, com parâmetros normais de motilidade e patologia espermática avaliados previamente.

FIGURA 1. Esquema do protocolo de sincronização de estros e do período de suplementação com gordura protegida. BE – Benzoato de estradiol, PGF – d-Cloprostenol, US - Exame de ultrassom, IA - Inseminação artificial, P4 – Implante de progesterona.



2.6 Ultrassonografia

Para identificar o folículo ovulatório (FO) e determinar seu diâmetro, realizaram-se exames ultrassonográficos dos ovários (Chison 8300, com transdutor linear retal, 5MHz) em aproximadamente metade dos animais de cada grupo (Grupo1: n=30 e Grupo 2: n=32) no dia da IATF. Vinte e quatro horas depois, um novo exame foi conduzido para determinar a taxa de ovulação, que foi definida através do desaparecimento do folículo ovulatório detectado no exame anterior. Os diagnósticos de gestação foram realizados também por ultrassonografia, 30 dias após a IATF e ao final da temporada reprodutiva (D 60), para definir-se a taxa de prenhez e a taxa de perda gestacional de cada grupo neste período.

2.7 Análises Estatísticas

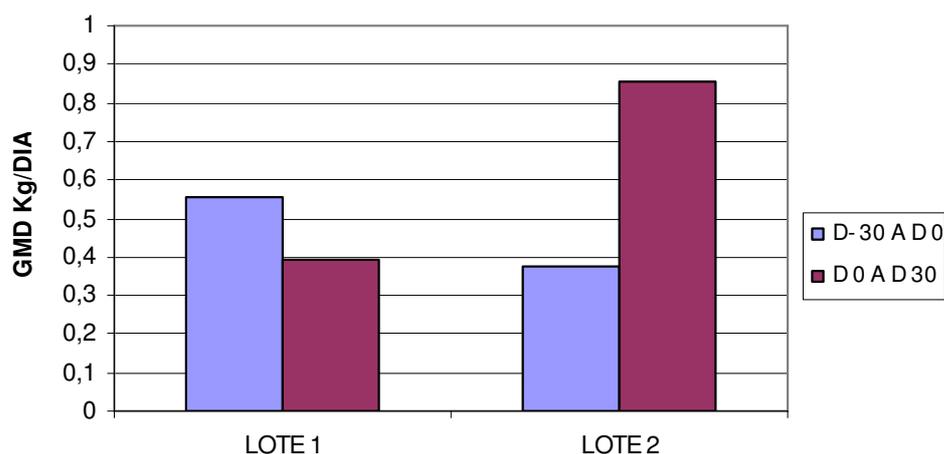
As análises estatísticas foram realizadas através do procedimento Proc Mixed do sistema SAS versão 9.1 (2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média de ECC dos animais do Grupo 1, no início do experimento (D0), foi de $2,91 \pm 0,21$ e no final do experimento foi de $3,09 \pm 0,22$. As novilhas do Grupo 2 apresentaram média de ECC de $2,78 \pm 0,08$ no D0 e $2,98 \pm 0,14$ no D30. Houve diferença estatística entre os grupos na segunda mensuração do ECC ($P < 0,05$). Esse aumento no ECC das novilhas era esperado, visto que ambos os lotes receberam suplementação. O ganho médio diário dos animais do Grupo 1, no período de 30 dias que antecedeu à IATF, foi de

0,557±0,41Kg/animal/dia, enquanto que no período de 30 dias após a IATF foi de 0,394±0,36Kg/animal/dia. Já o GMD das novilhas do Grupo 2 foi de 0,378±0,3Kg/animal/dia no período correspondente aos 30 dias anteriores à IATF, sendo que o GMD do mesmo lote no período de 30 dias que sucedeu à IATF foi de 0,858 ± 0,42 g/animal/dia. Para ambos os grupos, o GMD foi maior no período em que houve a suplementação com a gordura protegida, havendo diferença estatística entre os grupos ($P<0,05$), demonstrando ter ocorrido um efeito positivo da adição da gordura protegida na dieta, uma vez que a suplementação lipídica melhora a eficiência alimentar, havendo maior energia metabolizável em comparação com proteínas e carboidratos (Krehbiel et al., 1995).

FIGURA 2. Ganho médio diário (GMD) dos animais no período que antecedeu à IATF (D-30 a D0) e no período posterior à IATF (D0 a D30), sendo que o Grupo 1 recebeu a suplementação com a gordura protegida no primeiro período e o Grupo 2 no período posterior.



A média do diâmetro dos folículos ovulatórios do Grupo 1 foi de 11,2±2,5mm, enquanto que a média do Grupo 2 foi de 9,63±2,2mm. A análise estatística mostrou que houve diferença significativa entre os grupos para este parâmetro ($P<0,05$), provavelmente por ter sido afetado pela suplementação com a gordura protegida oferecida às novilhas do Grupo 1 no período anterior à IATF. Em outros estudos (Ambrose et al., 2006; Robinson et al., 2002) também foram observados maiores tamanhos dos folículos ovulatórios em vacas suplementadas com gordura protegida. No entanto, este efeito não foi observado por Guardiero et al., (2010) que suplementaram com Megalac-E novilhas Nelore, usando quantidade menor ($100\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$) e por período inferior (15 dias).

Os animais do Grupo 1 apresentaram uma maior taxa de ovulação (90%, 27/30) do que os animais do Grupo 2 (75%, 24/32), porém não houve diferença estatística entre os

grupos. A taxa de ovulação total dos dois lotes foi de 82,5% (51/62). A maior frequência de ovulações no período de até 24 horas após a IATF, está relacionada com a eficiência do protocolo de sincronização e se reflete em melhores taxas de prenhez. Na Tabela 2 está apresentado o valor médio dos diâmetros dos folículos ovulatórios no momento da IATF, a taxa de ovulação no período de 24 horas após a IATF, a taxa de prenhez e a taxa de perda gestacional.

O primeiro diagnóstico de gestação foi realizado 30 dias após a IATF através do uso de ultrassom. O Grupo 1 apresentou taxa de prenhez de 67,1% (47/70) e a taxa de prenhez do Grupo 2 foi de 48,5% (33/68), sendo que houve diferença estatística entre os grupos ($P < 0,05$). A taxa de prenhez total dos animais de ambos os grupos foi de 57,8% (80/138). Essa diferença estatística para o Grupo 1 pode ter sido causada pela suplementação com a gordura protegida, uma vez que o conteúdo de gordura nas células do corpo lúteo e o total de área esteroideogênica do corpo lúteo são maiores em fêmeas suplementadas com gordura protegida, com consequente aumento nas concentrações plasmáticas circulantes de progesterona (Hawkins et al., 1995; Lopes et al., 2009; Salas-Razo et al., 2011). Isso demonstra que o efeito da gordura sobre a fertilidade não é somente devido à melhoria no balanço de energia das novilhas, mas também pelo efeito específico de ácidos graxos alimentares (Ômega 3, Ômega 6) sobre a fisiologia do eixo hipotálamo-hipófise-ovários e do útero (Staples et al., 1998). Outro fator que pode ter afetado a taxa de prenhez seria a supressão da secreção de Prostaglandina F₂ α , observada em outros estudos ao suplementar animais com uma fonte de ácidos alfa linolênico ou através dos produtos da sua desaturação (ácido eicosapentanoico EPA e o ácido docosahexaenoico DHA) o que poderia diminuir as perdas gestacionais (Mattos et al., 2000) devido à manutenção do corpo lúteo.

Através de um segundo diagnóstico de gestação realizado 60 dias após a IATF por meio de palpação retal, foi determinado o índice de perdas gestacionais. Verificou-se que 4,2% (2/47) das novilhas prenhes aos 30 dias não permaneceram gestantes aos 60 dias no Grupo 1, enquanto que o Grupo 2 as perdas foram de 9% (3/33). Considerando os dois grupos, observou-se 6,2% de perdas. Não foi possível estabelecer alguma relação entre a época de suplementação dos lotes e as respectivas perdas gestacionais.

TABELA 2. Média±DP do diâmetro folicular das novilhas mensurado no momento da IATF, taxa de ovulação, taxa de prenhez e taxa de perdas embrionárias. Letras diferentes mostram diferença estatística entre os grupos.

	GRUPO 1	GRUPO 2	P
Folículo ovulatório (mm)	11,2±2,5 ^a	9,63±2,2 ^b	P=0,038
Taxa de ovulação (%)	27/30 (90) ^a	24/32 (75) ^a	P=0,1264
Taxa de prenhez (%)	47/70 (67,1) ^a	33/68 (48,5) ^b	P=0,0268
Índice de perdas embrionárias (%)	2/47 (4,2) ^a	3/33 (9) ^a	P=0,1076

4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, a suplementação com 200g.animal⁻¹ de gordura protegida no período anterior ao programa de sincronização de estros para a IATF proporcionou maior crescimento do folículo ovulatório e melhor desempenho reprodutivo em novilhas Brangus.

REFERÊNCIAS

AMBROSE, D.J.; KASTELIC, J.P.; CORBETT, R.; PITNEY, P.A.; PETIT, H.V.; SMALL, J.A.; ZALKOVIC, P. Lower pregnancy losses in lactating dairy cows fed a diet enriched in α -linolenic acid. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.3066-3074, 2006.

BEAM, S.W.; BUTLER, W.R. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. **Biol Reprod**, v.56, p.133-142, 1997.

BILBY, T.R.; BLOCK, J.; DO AMARAL, B.C.; SA FILHO, O.; SILVESTRE, F.T.; HANSEN, P.J.; STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. Effects of dietary unsaturated fatty acids on oocyte quality and follicular development in lactating dairy cows in summer. **J Dairy Sci**, v.89, p.3891-3903, 2006.

CERRI, R.L.; RUTIGLIANO, H.M.; CHEBEL, R.C. Period of dominance of the ovulatory follicle influences embryo quality in lactating dairy cows. **Reproduction**, v.137, p.813-823, 2009a.

CERRI, R.L.A.; JUCHEM, S.O.; CHEBEL, R.C. Effect of fat source differing in fatty acid profile on metabolic parameters, fertilization, and embryo quality in high-producing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.1520-1531, 2009b.

CHILDS, S.; CARTER, F.; LYNCH, C.O. et al. Embryo yield and quality following dietary supplementation of beef heifers with n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA). **Theriogenology**, v.70, p.992-1003, 2008a.

CHILDS, S.; LYNCH, C.O.; HENNESSY, A.A. et al. Effect of dietary enrichment with either n-3 or n-6 fatty acids on systemic metabolite and hormone concentration and ovarian function in heifers. **Animal**, v.2, p.883-893, 2008b.

FARIN, C.E.; IMAKAWA, K.; HANSEN, T.R.; McDONNELL, J.J.; MURPHY, C.N.; FARIN, P.W.; ROBERTS, R.M. Expression of trophoblastic interferon genes in sheep and cattle. **Biol Reprod**, v. 43, p. 210-218, 1990.

GUARDIERO, M. M.; BASTOS, M. R.; MOURÃO, G. B.; CARRIJO, L. H. D.; MELO, E. O.; RUMPF, R.; SARTORI, R. Função ovariana de novilhas Nelore alimentadas com dieta suplementada com gordura protegida ruminal. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.45, n.4, p.408-414, 2010.

HAWKINS, D.E.; NISWENDER, K.D.; OSS, G.M.; MOELLER, C.L.; ODDE, K.G.; SAWYER, H.R.; NISWENDER, G.D. An increase in serum lipids increases luteal lipid content and alters the disappearance rate of progesterone in cows. **J Anim Sci**, v.73, p.541-545, 1995.

KREHBIEL, C. R.; MCCOY, R. A.; STOCK, T. J.; KLOPFESTEIN, D. H.; SHAIN; HUFFMAN, R. P. Influence of grain type, tallow level, and tallow feeding system on feedlot cattle performance. **J. Anim. Sci**, v. 73, p.2916-2921, 1995.

KIM, M.; KINOSHITA, J.Y. Lipid and fatty acid analysis of fresh and frozen-thawed immature and in vitro matured bovine oocytes. **Reproduction**, v.122, p.131-138, 2001.

KOJIMA, T.; ZENIYA, Y.; AOYAMA, T. Dietary administration of fatty acids-enriched mold dried cell containing α -linolenic acid to female pigs improves ovulation rate and embryo quality in summer. **Journal of Reproduction and Development**, v.43, n.2, p.121-127, 1997.

LOPES, C.N.; PAIS, M.A.R.T.; ARAÚJO, T.P.B.; OLIVEIRA, L.O.F.; VASCONCELOS, J.L.M. Efeito de suplementação mineral proteica com megalac-e® na taxa de prenhez em primíparas nelore. **Journal of animal science**, 2007.

LOPES, C.N.; SCARPA, A.B.; CAPPELLOZZA, B.I.; COOKE, R.F.; VASCONCELOS, J.L.M. Effects of rumen-protected polyunsaturated fatty acid supplementation on reproductive performance of *Bos indicus* beef cows. **Journal of Animal Science**, v.87, n.12, p. 3935-3943, 2009.

LOPES, C. N.; COOKE, R. F.; REIS, M. M.; PERES, R. F. G.; VASCONCELOS, J. L. M. Strategic supplementation of calcium salts of polyunsaturated fatty acids to enhance reproductive performance of *Bos indicus* beef cows. **J. Anim. Sci.**, v.89, p.3116–3124, 2011.

LUCY, M.C., STAPLES, C. R.; MICHEL, F. M.; THATCHER, W. W. Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. **Journal Dairy Science**. v. 74. p. 473-482. 1991.

MANN, G.E.; LAMMING, G.E. The Influence of Progesterone During Early Pregnancy in Cattle. **Reprod Dom Anim** v.34, 1999.

MATTOS, R.; STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. **Reviews of Reproduction**, v.5, n.1, p. 38-45, 2000.

O'CALLAGHAN, D.; BOLAND, M.P. Nutritional effects on ovulation, embryo development and the establishment of pregnancy in ruminants. **Animal Science**, v.68, p.299-314, 1999.

PERES, M.S.; SANTOS, P.G.; ANDRIGHETTO, C. et al. Efeito da semente de girassol na taxa de concepção de vacas Nelore no período pós-parto. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.36, p.639, suppl.2, 2008. (Resumo).

PETIT, H.V.; DEWHURST, R.J.; SCOLLAN, N.D. et al. Milk production and composition, ovarian function and prostaglandin secretion of dairy cows fed omega-3 fats. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.889-899, 2002.

RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, p.199-221, 2004.

ROBINSON, R.S.; PUSHPAKUMARA P.G.A.; CHENG, Z.; PETERS, A.R.; ABAYASEKARA, D.R.E.; WATHES, D.C. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. **Reproduction**, v.124, p.119-131, 2002.

RYAN, D.P.; SPOON, R.A.; WILLIAMS, G.L. Ovarian follicular characteristics, embryo recovery, and embryo viability in heifers fed high-fat diets and treated with follicle-stimulation hormone. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3505-3513, 1992.

SALAS-RAZO, G.; HERRERA-CAMACHO, J.; GUTIÉRREZ-VÁZQUEZ, E.; KU-VERA, J.C.; AKÉ-LÓPEZ J.R. Postpartum ovarian activity resumption and plasma concentration of lipid metabolites and progesterone in Indobrasil cows in the dry tropics of Michoacan supplemented with bypass fat. **Tropical and Subtropical Agroecosystems** (in press).ISSN 1870-0462, 2011.

SANTOS, J.E.P.; BILBY, T.R.; THATCHER, W.W.; STAPLES, C.R.; SILVESTRE, F.T. Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. **Reprod. Dom. Anim.** V.43, (Supp. 2), p. 23–30, 2008

SARTORI, R.; ROSA, G.J.M.; WILTBANK, M.C. Ovarian structures and circulating steroids in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2813-2822, 2002a.

STAPLES, C.R.; WILTBANK, M.C.; GRUMMER, R.R. et al. Effect of long chain fatty acids on lactation performance and reproductive tissues of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.278, 2000. (Abstract).

STAPLES, C.R.; BURKE, J.M. & THATCHER, W.W. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, vol.81, n.3, p. 856-871, 1998.

THATCHER, W.W.; MEYER, M.D.; DANET – DESNOYERS, G. Maternal recognition of pregnancy. **J Reprod Fedi** (Suppl) vol. 49, 15-28, 1995.

THOMAS, M.G.; BAO, B.; WILLIAM, G.L. Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence follicular growth in cows fed isoenergetic diets. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2512-2519, 1997.

VASCONCELOS, J.L.M.; SARTORI, R.; OLIVEIRA, H.N.; GUENTHER, J.G.; WILTBANK, M.C. Reduction in size of the ovulatory follicle reduces subsequent luteal size and pregnancy rate. **Theriogenology**, v.56, p.307-314, 2001.

ZERON, Y.; SKLAN, D.; ARAV, A. Effect of polyunsaturated fatty acid supplementation on biophysical parameters and chilling sensitivity of ewe oocytes. **Molecular Reproduction and Development**, v.61, p.271-278, 2002.