

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**SUPLEMENTAÇÃO COM MONENSINA PRÉ E PÓS-PARTO
ASSOCIADA A ESTRATÉGIAS DE SINCRONIZAÇÃO DA
OVULAÇÃO EM VACAS NELORE**

Márcia Cristina Matos

Orientador: Prof. Ass. Dr. José Luiz Moraes Vasconcelos

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária (Reprodução Animal).

JABOTICABAL – SP

Julho – 2004

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MÁRCIA CRISTINA MATOS – nascida no dia 19 de janeiro de 1979, em Ourinhos – São Paulo, filha de Armando Fernando Matos e Maria Regina Mobrizi Matos. Em março de 1997 ingressou na Universidade Estadual de Londrina, recebendo o título de Médica Veterinária em dezembro de 2001. Iniciou o curso de Pós-graduação em Medicina Veterinária na área de concentração em Reprodução Animal, em março de 2002, obtendo o título de Mestre em Medicina Veterinária pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Câmpus de Jaboticabal – Unesp, em 19 de julho de 2004.

DEDICO

À minha família, que sempre se mantém unida apesar de qualquer distância.

OFEREÇO

Ao meu pai, pela vida dedicada aos filhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas bênçãos de todos os dias.

À Fapesp, pela bolsa de estudo.

Às empresas Minerthal, Elanco e Pharmacia-Pfizer, pela fundamental participação.

A todos os funcionários da Companhia Agrícola e Pastoril Fazenda Rio Pardo, pela oportunidade, auxílio e carinho.

À equipe do Laboratório de Fisiologia do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da FCAV – Câmpus de Jaboticabal – Unesp, especialmente a Prof. Dra. Elisabeth C. Urbinati, Flávio, Damares e Ana, pelo auxílio nas análises laboratoriais.

À equipe do Laboratório de Dosagens Hormonais da FMVZ – Câmpus de São Paulo – USP, especialmente a Érica pelas análises laboratoriais.

Aos professores Dr. Francisco Stefano Wechsler, Dr. João Ademir de Oliveira e Dr. Danísio Munari e, ao Rogério pela orientação nas análises estatísticas.

Aos professores Dr. César Roberto Esper e Dr. Gilson Helio Toniollo pela colaboração para a finalização deste trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Luiz Moraes Vasconcelos, pela oportunidade e amizade.

Ao Daniel Biluca, meu companheiro de mestrado.

Ao Edmundo, pela disponibilidade e amizade.

À Ricarda, Gabriela, Bia e toda equipe da Conapec Jr., especialmente Elena, Ocilon, Vanessa, Talita, Fábio, Everton e Carol, pelo auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

À Sarah, Adriana, Auriclécia, Elenice, Sabrina e Cláudia pela amizade e carinho.

Ao Prof. Marcelo Marcondes Seneda pelo incentivo, apoio e amizade.

Aos meus queridos amigos Karen e Kléber pelo apoio intensivo, paciência e amizade.

Às minhas grandes amigas Fabiana e Juliana, sempre presentes em minha vida.

Aos meus queridos avós Cida e Domingos pelo apoio, carinho e aconchego.

Ao meu irmão Fernando e minha cunhada Roberta pelo incentivo.

As minhas queridas irmãs Lúcia e Silvia, que apesar de tão distantes, sempre se preocuparam, apoiaram e ofereceram muito carinho.

Ao meu irmãozinho Marcos e sua noiva Marina pelo carinho e apoio.

Ao meu querido pai, que mesmo tão distante, sempre se preocupou muito.

A minha querida mãezinha, que se não fosse pelo seu carinho e sua fé não conseguiria concluir este trabalho.

Ao meu querido Leonardo, por todo apoio, pela imensa paciência, preocupação, compreensão e amor.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ABREVIATURAS	x
RESUMO	xi
SUMMARY	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Hipótese.....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivos gerais.....	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 Dinâmica folicular.....	4
2.2 Particularidades reprodutivas das fêmeas zebuínas.....	6
2.3 Desenvolvimento folicular pós-parto.....	7
2.4 Anestro pós-parto.....	8
2.5 Anestro nutricional pós-parto.....	10
2.6 Hormônios metabólicos na função ovariana.....	11
2.7 Monensina sódica.....	13
2.8 Sincronização da ovulação.....	14
2.9 Inseminação artificial em tempo fixo (IATF).....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Local.....	18
3.2 Animais e delineamento experimental.....	18
3.3 Tratamento de suplementação.....	18
3.4 Colheita das amostras de sangue.....	19
3.5 Análises laboratoriais.....	20
3.6 Avaliação do índice de escore corporal (IEC).....	20

3.7 Estratégias de sincronização da ovulação.....	20
3.8 Avaliação ultra-sonográfica.....	23
3.9 Diagnóstico de gestação.....	23
3.10 Análises estatísticas.....	24
4. RESULTADOS.....	26
4.1 Índice de escore corporal (IEC).....	26
4.2 Concentração plasmática de IGF-I.....	26
4.3 Diâmetro do maior folículo no dia da aplicação do 1º GnRH.....	26
4.4 Ovulação ao 1º GnRH.....	27
4.5 Diâmetro do maior folículo no dia da aplicação da PGF _{2α}	29
4.6 Sincronização da ovulação.....	30
4.7 Concepção à IATF.....	30
4.8 Prenhez cumulativa.....	31
5. DISCUSSÃO.....	35
5.1 Índice de escore corporal (IEC).....	35
5.2 Concentração plasmática de IGF-I e diâmetro do maior folículo no dia da aplicação do 1º GnRH.....	35
5.3 Ovulação ao 1º GnRH.....	37
5.4 Diâmetro do maior folículo no dia da aplicação da PGF _{2α} e sincronização da ovulação.....	38
5.5 Concepção à IATF.....	38
5.6 Prenhez cumulativa.....	39
6. CONCLUSÃO.....	41
7. IMPLICAÇÕES.....	41
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 01. Composição dos suplementos experimentais.....	19

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 01. Protocolo de sincronização da ovulação com IATF 1 (GnRH) utilizado em vacas Nelore no período pós-parto (n= 110). Iaras – SP, 2003.....	21
Figura 02. Protocolo de sincronização da ovulação com IATF 2 (BE) utilizado em vacas Nelore no período pós-parto (n= 107). Iaras – SP, 2003.....	22
Figura 03. Retas de regressão do diâmetro médio do maior folículo no dia da aplicação do 1º GnRH em função da concentração plasmática de IGF-I em primíparas (n= 117) e múltíparas (n= 167) da raça Nelore. Iaras – SP, 2003.....	27
Figura 04. Curva de regressão logística da ovulação ao 1º GnRH em função da concentração plasmática de IGF-I em fêmeas da raça Nelore (n= 285). Iaras – SP, 2003.....	28
Figura 05. Curvas de regressão logística de ovulação ao 1º GnRH em função do diâmetro do maior folículo no dia da aplicação do 1º GnRH em fêmeas da raça Nelore suplementadas com (n= 137) e sem monensina sódica (n= 136). Iaras – SP, 2003.....	29
Figura 06. Curva de regressão logística de sincronização da ovulação em função do diâmetro do maior folículo no dia da aplicação da PGF _{2α} em fêmeas da raça Nelore (n= 225). Iaras – SP, 2003.....	30

- Figura 07.** Curva de cumulativa de prenhez em função dos dias de estação de monta em fêmeas da raça Nelore suplementadas com (n= 137) e sem monensina sódica (n= 136). Iaras – SP, 2003..... 31
- Figura 08.** Curva cumulativa de prenhez em função dos dias de estação de monta em primíparas (n= 112) e múltíparas (n= 161) da raça Nelore. Iaras – SP, 2003..... 32
- Figura 09.** Curva cumulativa de prenhez em função dos dias de estação de monta na estratégia de sincronização da ovulação em fêmeas da raça Nelore (controle, n= 56; GnRH, n= 110; BE, n= 107). Iaras – SP, 2003..... 32
- Figura 10.** Curva cumulativa de prenhez em função dos dias de estação de monta e de acordo com a estratégia de sincronização da ovulação em primíparas da raça Nelore (controle, n= 24; GnRH, n= 43; BE, n= 45). Iaras – SP, 2003..... 33
- Figura 11.** Curva cumulativa de prenhez em função dos dias de estação de monta e de acordo com a estratégia de sincronização da ovulação em múltíparas da raça Nelore (controle, n= 32; GnRH, n= 67; BE, n= 62). Iaras – SP, 2003..... 34

LISTA DE ABREVIATURAS

AGV = Ácidos graxos voláteis
AMPc = Adenosina monofosfato cíclica
ARC = American Research Council
BE = Benzoato de estradiol
BEN = Balanço energético negativo
CIDR[®] = Dispositivo intravaginal de progesterona
CL = Corpo lúteo
CV = Coeficiente de variação
FD = Folículo dominante
FSH = Hormônio folículo-estimulante
GH = Hormônio de crescimento
GnRH = Hormônio liberador de gonadotrofinas
IA = Inseminação artificial
IATF = Inseminação artificial em tempo fixo
IEC = Índice de escore corporal
IGF-I = Fator de crescimento semelhante à insulina I
Im = Via intramuscular
IMS = Ingestão de matéria seca
IRMA = Imunorradiométrico
LH = Hormônio luteinizante
mRNA = Ácido ribonucléico mensageiro
"Ovsynch" = Protocolo de sincronização da ovulação
PGF_{2α} = Prostaglandina F_{2α}
US = Ultra-som

Obs: algumas abreviaturas foram mantidas na língua inglesa em razão de seu uso consagrado.

SUPLEMENTAÇÃO COM MONENSINA PRÉ E PÓS-PARTO ASSOCIADA A ESTRATÉGIAS DE SINCRONIZAÇÃO DA OVULAÇÃO EM VACAS NELORE

RESUMO – O objetivo deste estudo foi avaliar se suplementação com monensina, pré e pós-parto, associada a estratégias de sincronização da ovulação com inseminação artificial em tempo fixo (IATF), antecipa a prenhez em vacas Nelore. Avaliou-se também o diâmetro folicular nos dias das aplicações do 1º GnRH e da PGF_{2α}, as taxas de ovulação ao 1º GnRH, de sincronização da ovulação e de concepção à IATF. Fêmeas da raça Nelore em anestro pós-parto (n= 285), 117 primíparas e 168 multíparas, foram alocadas em fatorial 2 x 3 e distribuídas em 2 tratamentos de suplementação: T1 – 100 g/dia de mineral sem monensina sódica; T2 – 350 g/dia mineral com palatilizante e com monensina sódica (150 mg/dia), de 30 dias pré-parto a 90 dias pós-parto. Em média aos 54 dias pós-parto, foi avaliado o índice de escore corporal (IEC; escala de 1 a 5) e realizada colheita de sangue para avaliação de IGF-I. No mesmo dia (dia 0) foram iniciadas as estratégias de sincronização da ovulação: tratamento controle: sem sincronização; protocolo 1: GnRH + inserção do CIDR[®] - 6d - remoção do CIDR[®] + PGF_{2α} - 48h - GnRH + IATF; protocolo 2: GnRH + inserção do CIDR[®] - 6d - remoção do CIDR[®] + PGF_{2α} - 24h - BE - 24h - IATF. Foram realizadas avaliações ultra-sonográficas do diâmetro do maior folículo nos dias das aplicações do 1º GnRH e da PGF_{2α}. Todas as fêmeas, sincronizadas e controles, foram expostas a touros durante 160 dias. Os dados foram analisados por análise de variância, logística e sobrevivência, utilizando os programas GLM, "Proc Logistic" e "Proc Lifetest" do SAS, respectivamente. Suplementação com ou sem monensina alterou o IEC (3,1 vs. 3,0; P<0,05), as concentrações plasmáticas de IGF-I (115,5 vs. 88,7 ng/mL; P<0,05), o diâmetro folicular no dia do 1º GnRH (10,1 vs. 9,6 mm; P<0,05) e a taxa de ovulação ao 1º GnRH (35,9 vs. 31,5%; P<0,05), respectivamente. Fêmeas suplementadas com monensina apresentaram maior taxa de ovulação ao 1º GnRH para folículos com diâmetro abaixo de 9,5 mm quando comparadas às fêmeas controles. Entretanto, suplementação com ou sem monensina não influenciou as taxas de

sincronização da ovulação (57,9 vs. 55,9%; $P>0,05$) e de concepção à IATF (14,3 vs. 15,2%; $P>0,05$), respectivamente. Fêmeas suplementadas com monensina apresentaram apenas tendência ($P=0,15$) na antecipação da prenhez durante a estação de monta. Tratamento hormonal, GnRH ou BE, não influenciou as taxas de sincronização da ovulação (53,1 vs. 60,7%; $P>0,05$), de concepção à IATF (17,3% vs. 12,1%; $P>0,05$) e de prenhez cumulativa, respectivamente. Primíparas apresentaram maiores concentrações plasmáticas de IGF-I quando comparadas às múltiparas (118,1 ng/mL vs. 86,1 ng/mL; $P<0,05$). Na mesma concentração plasmática média de IGF-I, primíparas apresentaram menor diâmetro folicular em relação às múltiparas. Múltiparas apresentaram maiores taxas de concepção à IATF (19,4 vs. 7,9%; $P<0,05$) e de prenhez cumulativa em relação às primíparas, respectivamente. Suplementação com monensina melhorou a condição energética dos animais, aumentando IEC e IGF-I; o aumento de IGF-I, provavelmente aumentou a pulsatilidade de LH, possibilitando maior desenvolvimento folicular e ovulação ao 1º GnRH. Porém, suplementação com monensina não foi suficiente para melhorar as taxas de sincronização da ovulação, de concepção à IATF e de prenhez cumulativa na estação de monta. Os tratamentos hormonais utilizados também não alteraram as taxas de sincronização da ovulação, de concepção à IATF e de prenhez cumulativa na estação de monta.

Palavras-Chave: anestro pós-parto, diâmetro folicular, fator de crescimento semelhante à insulina I, monensina, Nelore, sincronização da ovulação

MONENSIN SUPPLEMENTATION PRE AND POSTPARTUM ASSOCIATED SYNCHRONIZATION OF THE OVULATION PROTOCOLS IN NELORE COWS

SUMMARY – The aim of this study was to evaluate if monensin supplementation during the pre and postpartum, associated with strategies of synchronization of the ovulation with fixed time artificial insemination (TAI), anticipates the pregnancy in Nelore cows. It was also evaluated the follicular diameter on the injection days of the 1^o GnRH and of the PGF_{2α}, ovulation to the 1^o GnRH, synchronization of the ovulation and of the conception to IATF rates. Nelore cows in postpartum anestrous (n= 302), 117 primiparous and 168 multiparous, were allocated in 2 x 3 factorial arrangement and distributed in 2 treatments of supplementation: T1 – 100 g/d of mineral without sodic monensin; T2 – 350 g/d of mineral with sodic monensin (150 mg/d) and flavor (citric pulp), from 30 prepartum days to 90 postpartum days. In average to the 54 days postpartum, it was carried through the evaluation of the body condition score (BCS; scale from 1 to 5) and blood samples for evaluation of IGF-I. In the same day (day 0) the strategies of synchronization of the ovulation were initiated: control treatment: without synchronization; protocol 1: GnRH + insert CIDR[®] - 6d - removes CIDR[®] + PGF_{2α} - 48h - GnRH + IATF; protocol 2: GnRH + insert CIDR[®] - 6d - removes CIDR[®] + PGF_{2α} - 24h - BE - 24h - IATF. The evaluation of the diameter of the biggest follicle on the injection days of the 1^o GnRH and of the PGF_{2α} was by ultrasound. All the females, synchronized and controls were exposed to +bulls during 160 days. The data were analyzed by variance, logistic and survival analysis using the GLM program, Logistic and Lifetest procedures of SAS, respectively. Supplementation with or without monensin altered the BCS (3.1 vs. 3.0; P<0.05), the plasma concentrations of IGF-I (115.5 vs. 88.7 ng/mL; P<0.05), the follicular diameter on the injection day of the 1^o GnRH (10.1 vs. 9.6 mm; P<0.05) and ovulation rate to the 1^o GnRH than the control animals (35.9 vs. 31.5%; P<0.05) respectively. The females supplemented with monensin presented higher ovulation to the 1^o GnRH rate to follicles with diameter below 9.5 mm, in relation to the controls females. Nevertheless, supplementation with or without monensin did not

influence the synchronization of the ovulation (57.9 vs. 55.9%; $P>0.05$) and the conception to IATF rates (14.3 vs. 15.2%; $P>0.05$), respectively. Females supplemented with the monensin presented only a tendency ($P=0.15$) on the anticipation of the pregnancy during the breeding season. The hormonal treatment, GnRH or BE, did not have effect on synchronization of the ovulation (53.1 vs. 60.7%; $P>0.05$), the conception to IATF (17.3% vs. 12.1%; $P>0.05$) or on the cumulative pregnancy rates, respectively. Primiparous presented greater plasma concentrations of IGF-I than the multiparous (118.1 vs. 86.1 ng/mL; $P<0.05$). On the same plasma concentration of IGF-I, primiparous presented smaller follicular diameter when compared to the multiparous. Multiparous presented higher rates of the conception to IATF (19.4 vs. 7.9%; $P<0.05$) and the cumulative pregnancy when compared to the primiparous, respectively. The supplementation with monensin improved the energetic condition of the animals, increasing the BCS and the plasma concentrations of IGF-I; and the increase of the IGF-I, probably increase the pulsatility of the LH, providing greater follicular development and ovulation to the 1^o GnRH. Nevertheless, the supplementation with monensin was not sufficient to improve the synchronization of the ovulation, conception to IATF and cumulative pregnancy rates in the breeding season. Neither the hormonal treatment altered the synchronization of the ovulation, conception to IATF and cumulative pregnancy rates in the breeding season in Nelore cows.

Keywords: postpartum anestrous, follicular diameter, insulin-like growth factor I, monensin, Nelore, synchronization of ovulation

1. INTRODUÇÃO

O anestro pós-parto prolongado, compreendido pelo intervalo do parto ao restabelecimento da atividade cíclica pós-parto, é o maior obstáculo para a eficiência reprodutiva de vacas de corte (SHORT et al., 1990). O atraso na concepção de vacas na estação de monta subsequente representa uma perda em potencial na taxa de natalidade (WILTBANK et al., 1961).

A ausência de ondas foliculares após o parto não é o fator limitante para o desencadeamento do estro e da ovulação (WETTEMANN et al., 2003), mas sim a adequada pulsatilidade do hormônio luteinizante (LH) necessária para a maturação final e ovulação do folículo dominante (FD), prejudicada principalmente pelos fatores amamentação e condição nutricional (YAVAS & WALTON, 2000a).

Dos efeitos nutricionais na reprodução, o balanço energético talvez seja o fator mais importante relacionado à função reprodutiva de vacas de corte no período pós-parto (LAMB et al., 2004). A restrição de ingestão energética no pré e/ou no pós-parto influencia as funções do eixo hipotálamo-hipófise-ovários, suprimindo a secreção de LH, prejudicando o desenvolvimento folicular e a ovulação (WETTEMANN et al., 2003).

Estudos sobre a influência da nutrição na função reprodutiva testam a hipótese de que hormônios metabólicos relacionados ao balanço energético, como o hormônio de crescimento (GH), a insulina e o fator de crescimento semelhante à insulina I (IGF-I) atuem diretamente (GONG et al., 1996) ou em sinergia com as gonadotrofinas na modulação do desenvolvimento folicular (ARMSTRONG et al., 2002).

A inseminação artificial (IA) provou ser viável técnica e economicamente na aceleração do melhoramento genético e no retorno econômico da atividade pecuária. Entretanto, para se obter elevados índices reprodutivos com o uso da IA é necessário compreender suas limitações. Dentre as principais limitações para se obter um bezerro por vaca por ano em rebanhos de corte que empregam essa biotécnica, podemos ressaltar falhas na detecção de estro, anestro pós-parto e puberdade tardia (BÓ & BARUSELLI, 2002).

A ultra-sonografia tem possibilitado maior conhecimento da dinâmica folicular para o desenvolvimento de protocolos de sincronização do estro e da ovulação, bem como o aperfeiçoamento dos já existentes. Protocolos de sincronização da ovulação permitem a realização da IA em horário pré-determinado, ou seja, sem a necessidade da detecção do estro, viabilizando a utilização da IA (PURSLEY et al., 1995).

Em bovinos, a suplementação com o ionóforo monensina sódica eleva a produção de propionato ruminal (SCHELLING, 1984), elevando as concentrações sanguíneas de glicose e de insulina, o que aumenta a retenção de energia tecidual (REYNOLDS et al., 1991). Isso se reflete na diminuição da mobilização tecidual de reserva de gordura corporal, incrementando a eficiência metabólica e, possivelmente, melhorando a eficiência reprodutiva. Monensina aumenta a atividade ovariana (BUSHMISH et al., 1980) e as concentrações séricas de LH (RANDEL et al., 1982).

1.1 Hipótese

A hipótese deste trabalho é de que suplementação com monensina no pré e pós-parto possa melhorar as respostas aos protocolos de sincronização da ovulação, por melhorar a condição energética através do aumento de IGF-I plasmático. Maiores concentrações de IGF-I refletiriam no aumento da pulsatilidade de LH, possibilitando maior desenvolvimento folicular e maior período de responsividade dos folículos ao estímulo de LH, o que aumentaria as taxas de ovulação e de sincronização da ovulação e, conseqüentemente, aumentaria as taxas de concepção à IATF e de prenhez cumulativa na estação de monta.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos gerais

O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar se suplementação com monensina durante o período pré e pós-parto, associada a estratégias de sincronização da ovulação com IATF, antecipa a prenhez em vacas Nelore.

1.2.2 Objetivos específicos

Avaliou-se também se suplementação com monensina influencia o diâmetro do maior folículo no dia do 1º GnRH, a taxa de ovulação ao 1º GnRH, o diâmetro do maior folículo no dia da PGF_{2α}, as taxas de sincronização da ovulação, de concepção à IATF e de prenhez cumulativa na estação de monta.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Dinâmica folicular

Para compreender os mecanismos do anestro pós-parto, faz-se necessário o conhecimento de aspectos relacionados ao desenvolvimento folicular, ou seja, a dinâmica folicular e seus fatores endócrinos.

Em bovinos, a ocorrência de duas ondas de crescimento folicular durante o ciclo estral foi primeiramente proposta por Hajakoski (1960). Com o advento da ultrasonografia e com o aperfeiçoamento de técnicas no estudo de hormônios e de receptores aprofundou-se o conhecimento do desenvolvimento folicular.

O processo contínuo de crescimento e regressão folicular, responsável pelo desenvolvimento de um folículo pré-ovulatório, é conhecido como dinâmica folicular, enquanto que, o padrão de crescimento e atresia de um grupo de folículos é denominado de onda de crescimento folicular (LUCY et al., 1992). Cada onda de crescimento folicular tem duração de aproximadamente 10 dias, com variação de 6 a 15 dias (WILTBANK et al., 1996).

Em bovinos, o desenvolvimento folicular durante o ciclo estral normal é caracterizado por duas ou três ondas de crescimento folicular (SAVIO et al., 1988). Cada onda consiste na emergência simultânea de um grupo de 10 a 50 folículos com diâmetro de aproximadamente 2 a 3 mm. A emergência da onda folicular, também denominada de recrutamento folicular, é estimulada por um aumento transitório do hormônio folículo-estimulante (FSH) (TURZILLO & FORTUNE, 1990). As concentrações de FSH são reguladas primariamente por dois componentes ovarianos, a inibina e o estradiol (WILTBANK et al., 1996).

Aproximadamente três dias após a emergência folicular, quando o maior folículo atinge o diâmetro médio de 8,5 mm, ocorre o evento denominado de desvio ou seleção (GINTHER et al., 1996a; GINTHER et al., 2001), quando um folículo continua a crescer e se torna o FD, enquanto os demais folículos, denominados folículos subordinados, sofrem regressão. Na presença de um corpo lúteo (CL) funcional e de níveis elevados

de progesterona, esse primeiro FD não é capaz de estimular pico de LH, para provocar estro comportamental e ovulação (FORTUNE, 1994). De acordo com Roberson et al. (1989), na presença de altas concentrações plasmáticas de progesterona há decréscimo na frequência de pulsos de LH. Portanto, o FD não ovula, perde a dominância e sofre atresia (GINTHER et al., 1989).

Próximo ao 10^o dia do ciclo estral ocorre a emergência da segunda onda de crescimento folicular e o processo se reinicia. O FD desta segunda onda regride, se houver três ondas, ou se torna o folículo ovulatório se o ciclo for de duas ondas. O que determina se irão ocorrer duas ou três ondas de crescimento folicular parece ser a duração da fase lútea (GINTHER et al., 1989).

Ginther et al. (1996a) propuseram um modelo objetivando explicar o que acontece no evento de seleção do FD. Antes do evento, as células da granulosa de todos os folículos em crescimento produziram pequenas quantidades de estradiol sob a influência de FSH. O FSH estimularia a síntese de adenosina monofosfato cíclica (AMPC) nas células da granulosa, induzindo a expressão de aromatase e, conseqüentemente, a síntese de estradiol, causando "feedback" negativo para o FSH. O LH estaria presente, mas ainda não atuaria nas células da granulosa, por não apresentarem receptores para esse hormônio. No momento da seleção, o FD expressaria receptores para LH permitindo aumentar a produção de AMPC, mesmo na presença de FSH baixo. O FSH circulante permaneceria baixo devido à inibição pelo estradiol produzido pelo FD e, conseqüentemente, os folículos que não expressassem receptores para LH entrariam em atresia e regrediriam.

Em novilhas da raça Nelore foi verificado que a divergência do FD ocorre quando o FD atinge 5,8 mm de diâmetro (SARTORELLI, 2003), enquanto que, em novilhas da raça Holandesa esse evento ocorre aos 8,5 mm (GINTHER et al., 1996a; GINTHER et al., 2001).

O LH tem efeito positivo na manutenção do FD somente após o início do evento de seleção e está relacionado com a síntese de estradiol e com o aumento de IGF-I livre no FD durante a seleção (GINTHER et al., 2001).

2.2 Particularidades reprodutivas das fêmeas zebuínas

O crescimento e a atresia folicular são influenciados por raça (FIGUEIREDO et al., 1997), estágio reprodutivo (ROCHE & BOLAND, 1991), época do ano (BADINGA et al., 1994), estresse calórico (WILSON et al., 1998), balanço energético (RHODES et al., 1995) e índice de escore corporal (IEC) (BURKE et al., 1998).

Na fisiologia e no comportamento reprodutivo entre zebuínos e taurinos há diferenças capazes de influenciar a resposta aos protocolos de sincronização de estro e de ovulação (BO & BARUSELLI, 2002).

A dinâmica folicular é um dos principais eventos da fisiologia ovariana e foi muito estudada em taurinos (SAVIO et al., 1988; GINTHER et al., 1989; KNOPF et al., 1989; ROCHE & BOLAND, 1991; BADINGA et al., 1994). Entretanto, em zebuínos e seus mestiços os estudos são limitados, especialmente para a maioria das raças presentes no Brasil (FIGUEIREDO et al., 1997).

Em fêmeas zebuínas, a dinâmica folicular foi caracterizada pela presença de duas ou três ondas de crescimento folicular na maioria dos ciclos estrais (BO et al., 1993; FIGUEIREDO et al., 1997), bastante similar ao padrão previamente descrito em taurinas. Em vacas da raça Nelore, foi relatada a predominância de duas ondas foliculares, enquanto que, em novilhas foi mais freqüente a ocorrência de três ondas foliculares (BARROS et al., 1995; FIGUEIREDO et al., 1997).

Os diâmetros máximos do FD e do CL observados em zebuínos são menores que os dos taurinos (BO et al., 1993; FIGUEIREDO et al., 1997; PINHEIRO et al., 1998). A taxa de crescimento de FDs em vacas Nelore é menor (KNOPF et al., 1989), o que justifica o menor diâmetro dos folículos destes animais quando comparados com os de vacas européias (BARROS et al., 1995). Verificaram-se diâmetros entre 11 a 13 mm para o FD de vacas e novilhas Nelore (FIGUEIREDO et al., 1997), menores que os observados em novilhas (SAVIO et al., 1988) e vacas européias (MURPHY et al., 1990), diâmetros de aproximadamente 15 a 20 mm. Em zebuínos são relatados níveis circulantes de estradiol e de progesterona inferiores em relação aos observados em taurinos (RANDEL, 1976).

Talvez as maiores diferenças entre zebuínos e taurinos estejam no comportamento e na duração do estro. Fêmeas zebuínas apresentam cios mais curtos e mais discretos, o que somado a freqüência de cios noturnos, evidenciam as dificuldades da utilização da detecção de estro tradicional (BO & BARUSELLI, 2002).

O conhecimento das diferenças entre fêmeas zebuínas e taurinas é muito importante para estabelecimento de procedimentos corretos de manejo e de avaliação de parâmetros reprodutivos e também para o desenvolvimento de novas tecnologias visando melhorar a performance reprodutiva (ADAMS, 1994).

2.3 Desenvolvimento folicular pós-parto

O crescimento folicular em padrão de ondas ocorre em todos estádios de vida da fêmea, como no período anterior à puberdade (ADAMS et al., 1992) durante a gestação (GINTHER et al., 1996b) e no pós-parto (MURPHY et al., 1990; SAVIO et al., 1990a, b).

A freqüência adequada de pulsos de LH é necessária para a manutenção dos folículos pré-ovulatórios (ROBERSON et al., 1989). Concentrações médias e a freqüência de pulsos de LH aumentam com o decorrer do tempo até a primeira ovulação pós-parto (STAGG et al., 1998).

A manifestação estral geralmente não ocorre antes da primeira ovulação pós-parto em vacas de leite (SAVIO et al., 1990a) e em vacas de corte (MURPHY et al., 1990; LOOPER et al., 1997), devido ao fato da capacidade do FD em produzir estradiol ser limitada durante o período de anestro pós-parto (SPICER et al., 1986).

O primeiro FD pode ocorrer dentro de dez a 12 dias pós-parto em vacas de corte e de leite (MURPHY et al., 1990; STAGG et al., 1995). O primeiro FD pós-parto ovula em aproximadamente 11% das vacas de corte (MURPHY et al., 1990), enquanto que, em vacas de leite isso ocorre em cerca de 74% das fêmeas (SAVIO et al., 1990a).

A primeira ovulação pós-parto em vacas de leite em lactação bem alimentadas e com IEC adequado, ocorre dentro de duas a três semanas pós-parto, já em vacas de corte com bezerro ao pé a ciclicidade geralmente é restabelecida dentro de 35 a 60 dias pós-parto e às vezes em período superior a este (YAVAS & WALTON, 2000b).

A primeira ovulação pós-parto seguida por um ciclo estral curto e não precedida pela manifestação de estro ocorre em 80 a 90% das vacas de corte (STAGG et al., 1995). A fase luteal após a primeira ovulação espontânea no pós-parto geralmente tem duração menor que 10 dias (LOOPER et al., 1997). De maneira similar, uma fase luteal curta, denominada ciclo curto, também ocorre após ovulação induzida com GnRH (KESLER et al., 1980). O ciclo curto é acompanhado por uma única onda de crescimento folicular, CL de diâmetro menor que o de um ciclo normal e baixas concentrações circulantes de progesterona (YAVAS & WALTON, 2000b).

2.4 Anestro pós-parto

O anestro pós-parto é um período de transição durante o qual a funcionalidade do eixo hipotálamo-hipófise-ovários-útero se recupera da prenhez anterior (YAVAS & WALTON, 2000a).

As concentrações sanguíneas de FSH aumentam logo após o parto e o desenvolvimento de pulsos de FSH geralmente ocorre por volta do quarto dia pós-parto (WILLIAMS et al., 1983) e, posteriormente, permanecem constantes como em vacas cíclicas (WILLIAMS et al., 1982).

A secreção de FSH requer uma estimulação mínima de GnRH e sua liberação é controlada principalmente por efeito de "feedback" dos esteróides ovarianos. Como a secreção de GnRH não é totalmente suprimida (MCNELLY, 1988), a retomada precoce dos pulsos de FSH ocorre devido à baixa frequência inicial dos pulsos de GnRH, enquanto que, os pulsos de LH reiniciam relativamente mais tarde no pós-parto, quando aumenta a frequência dos pulsos de GnRH (LAMMING et al., 1981).

O padrão pulsátil de liberação do LH pós-parto se caracteriza por baixa frequência, menos de um pulso de LH a cada quatro horas, (WILLIAMS et al., 1983). Essa frequência aumenta durante o período imediatamente anterior à ovulação para até aproximadamente um pulso de LH a cada uma ou duas horas (SCHALLENBERGER, 1985).

As primeiras duas a três semanas pós-parto são necessárias para a involução uterina, reposição dos estoques hipofisários de LH e iniciação do crescimento de ondas foliculares. A liberação de FSH e o desenvolvimento de FDs iniciam logo após o parto, porém esses folículos falham em atingir a maturação final, um pré-requisito para a ovulação, devido à ausência de pulsos apropriados de LH, e os folículos tornam-se atresícos (YAVAS & WALTON, 2000a).

A ausência de adequados pulsos de LH no início do pós-parto deve-se à depleção dos estoques de LH da hipófise anterior, o que independe da amamentação. Após a reposição dos estoques de LH, entre 15-30 dias pós-parto, a ausência de pulsos apropriados de LH passa a ser dependente da amamentação e do balanço energético, já que ambos suprimem a liberação de LH pela inibição de descargas hipotalâmicas de GnRH (YAVAS & WALTON, 2000a).

A duração do anestro pós-parto é influenciada por quatro fatores principais: presença do bezerro, balanço energético, estação do ano e número de partos; podemos citar ainda a influência de raça, presença de touro, parto gemelar, distocia e retenção de placenta (YAVAS & WALTON, 2000b).

Vacas de corte com inadequadas reservas de energia corporal e/ou amamentando apresentam várias ondas foliculares antes da primeira ovulação pós-parto (MURPHY et al., 1990; STAGG et al., 1995).

Nos animais em anestro, baixos níveis de estradiol inibem a secreção pulsátil de GnRH pelo hipotálamo e, conseqüentemente, de LH, porém, em animais ciclando não há inibição dos pulsos de LH (GOODMAN, 1994). Portanto, nutrição deficiente associada à amamentação podem impedir o crescimento folicular final devido à potencialização do efeito de "feedback" negativo do estradiol no hipotálamo, reduzindo os pulsos de GnRH e, conseqüentemente, reduzindo os pulsos de LH (WILT BANK, 1998).

2.5 Anestro nutricional pós-parto

A utilização da energia disponível em ruminantes foi estudada por Short & Adams (1988) que classificaram cada um dos estádios fisiológicos de acordo com a seguinte ordem de importância: 1- metabolismo basal; 2- atividade; 3- crescimento; 4- reservas de energia; 5- prenhez; 6- lactação; 7- reservas adicionais de energia; 8- ciclos estrais e início da prenhez; 9- reservas excedentes de energia. Baseando-se nessa ordem de prioridades metabólicas para a utilização energética, a função reprodutiva ficou comprometida durante o período de balanço energético negativo (BEN), pois houve o direcionamento da energia disponível para atender as reservas mínimas de energia e a produção de leite.

O BEN é um fator de grande importância para o retorno da atividade cíclica pós-parto. Quando fêmeas apresentam baixo IEC ao parto há aumento dos intervalos parto-primeira ovulação e/ou estro pós-parto (RANDEL et al., 1990).

A restrição de ingestão energética influenciou as funções do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, suprimindo a secreção de LH e prejudicando o desenvolvimento folicular e a ovulação (RANDEL, 1990; SHORT et al., 1990).

A fisiologia da condição anovulatória que ocorre em novilhas na fase pré-púbere, em animais subnutridos e em vacas no período pós-parto parece ser muito semelhante. Nestes casos, o crescimento folicular ultrapassa a fase de divergência e ocorre a dominância, no entanto, não há ovulação, havendo a perda de dominância, atresia do FD e emergência de nova onda de crescimento folicular (STAGG et al., 1995).

O BEN no pós-parto associado ou não ao fator amamentação em bovinos de corte reduz o desenvolvimento do FD devido a um efeito inibitório do estradiol na secreção de GnRH, reduzindo a pulsatilidade de LH, impedindo a ocorrência de pico pré-ovulatório de estradiol e de GnRH/LH e, conseqüentemente, impedindo a ovulação (GARCIA-WINDER, 1984).

Em novilhas a baixa ingestão de matéria seca (IMS) durante período de 10 semanas reduziu o diâmetro e a persistência do FD (MURPHY et al., 1991).

Stagg et al. (1995) avaliaram o padrão de crescimento folicular em vacas submetidas a dietas com níveis energéticos altos ou de manutenção (150 e 100% dos requerimentos Agricultural Research Council (ARC) 1980, respectivamente) do parto até a primeira ovulação pós-parto. Foi observado que não houve influência dos níveis nutricionais no início do desenvolvimento de FDs, porém o número de ondas de crescimento folicular e o intervalo parto-primeira ovulação foram em média maiores no grupo de manutenção em relação ao grupo de dieta alta (10,6 mm e 95 dias vs. 6,8 mm e 70 dias), respectivamente.

A restrição da alimentação em novilhas prejudicou parâmetros morfológicos e funcionais do desenvolvimento folicular, como tamanho, taxa de crescimento e atividade esteroidogênica do FD (RHODES et al., 1996). A restrição alimentar aguda em vacas ciclando causou diminuição na taxa de crescimento e no diâmetro máximo do FD da primeira onda de crescimento folicular do ciclo subsequente (MACKEY et al., 2000).

Quando a restrição alimentar no pré-parto foi acompanhada de maior consumo de nutrientes no pós-parto, o seu efeito negativo pôde ser minimizado (WILTBANK et al., 1962). Entretanto, a eficiência do maior consumo de nutrientes no pós-parto depende da gravidade da restrição alimentar no pré-parto (LALMAN et al., 1997).

O aumento dos níveis nutricionais no pós-parto reduziu o intervalo parto-ovulação (RANDEL, 1990; LALMAN et al., 1997) e elevou o percentual de fêmeas em estro na estação de monta (WILTBANK et al., 1962).

2.6 Hormônios metabólicos na função ovariana

Em bovinos é estabelecido que a função ovariana é controlada primariamente pelo eixo integrado GnRH - gonadotrofinas - ovários (FORTUNE, 1994). Estudos demonstraram que alguns fatores, como GH, insulina e o IGF, estão envolvidos na regulação de processos metabólicos e exercem importante papel no controle do desenvolvimento folicular (SPICER & ECHTERNKAMP, 1995). Hormônios metabólicos podem agir diretamente no controle das gonadotrofinas independentemente do estágio de desenvolvimento folicular (GONG et al., 1996), ou em sinergia com gonadotrofinas

para modular o recrutamento folicular e o desenvolvimento e maturação finais do folículo pré-ovulatório (ARMSTRONG et al., 2002).

As concentrações de IGF-I circulantes declinam no parto e aumentam gradualmente no decorrer do período pós-parto (VICINI et al., 1991). Concentrações plasmáticas de IGF-I são positivamente associadas ao IEC e ingestão de nutrientes (YELICH et al., 1996). Baixas concentrações de IGF-I são relacionadas a um extenso período pós-parto em vacas de corte (ROBERTS et al., 1997). Em novilhas, altas concentrações circulantes de IGF-I também estão relacionadas com a puberdade (YELICH et al., 1995).

Quando múltiparas foram submetidas à restrição de dieta a partir do 30 a 40 dias pós-parto, as concentrações circulantes de IGF-I foram reduzidas em 50% dentro de apenas quatro dias do início da restrição alimentar (RUTHER et al., 1989). Em primíparas, o aumento na ingestão de nutrientes no pós-parto resultou no aumento das concentrações plasmáticas de IGF-I e no aumento do diâmetro do folículo avaliado logo após a detecção do estro (CICCIOLI et al., 2001).

De acordo com o grau de BEN no período pós-parto imediato há diminuição da frequência de pulsos de LH, do diâmetro do FD, das concentrações de IGF-I sistêmico e da disponibilidade de IGF-I intrafolicular, determinando o intervalo parto-primeira ovulação (ROCHE et al., 2000).

Os potenciais sítios de ação e os mecanismos exatos pelos quais o IGF-I afeta a função reprodutiva não estão esclarecidos. O aumento das concentrações poderia diretamente estimular a proliferação ou a capacidade esteroidogênica das células tecais (SPICER & STEWART, 1996) ou da granulosa. (SPICER et al., 1993). O IGF-I pode diretamente afetar a função hipofisária (WILSON, 1995) e hipotalâmica (HINEY et al., 1991). Concentrações de IGF-I no fluido folicular de folículos grandes também são correlacionados às concentrações circulantes de IGF-I (ECHTERNKAMP et al., 1990). Pelos estudos em culturas *in vitro* é bem documentado que esse hormônio aumenta o número receptores para LH e a estimulação de LH para produção de androstenediona e progesterona pelas células tecais (SPICER & STEWART, 1996). Isso sugere que o IGF-I exerça um controle na responsividade do folículo ao LH (DISKIN et al., 2003).

2.7 Monensina sódica

Compostos antimicrobianos são rotineiramente incorporados nas dietas de ruminantes com o objetivo de aumentar a eficiência produtiva. Um dos compostos antimicrobianos mais utilizados nas dietas de bovinos de corte é o ionóforo monensina sódica, produto da fermentação do actinomiceto *Streptomyces cinnamonesis* (RUSSELL, 1997).

O ionóforo monensina atua nas trocas de sódio e de prótons através do sistema antiporte da membrana celular microbiana e catalisa trocas de potássio e de prótons (PRESSMAN, 1976).

A suplementação com monensina alterou a proporção molar de ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen, reduziu a perda energética pela menor produção de metano (SCHELLING, 1984) e a perda de proteína pela fermentação ruminal em animais recebendo dietas à base de forragem (LANA & RUSSELL, 1997). Em geral, ionóforos aumentam a produção de propionato ruminal (SCHELLING, 1984). O propionato participa de ciclo do ácido tri-carboxílico na reposição dos estoques de oxaloacetato, principal substrato para a gluconeogênese e geração de energia (BERGEN & BATES, 1984). O aumento do propionato elevou as concentrações plasmáticas de glicose e insulina, aumentando a retenção tecidual de energia (REYNOLDS et al., 1991).

Suplementação com monensina aumentou a atividade ovariana (BUSHMICH et al., 1980) e elevou as concentrações séricas de LH (RANDEL et al., 1982).

Novilhas confinadas suplementadas com monensina atingiram a puberdade mais cedo e obtiveram maior taxa de concepção do que novilhas controles (MOSELEY et al., 1977). Em novilhas Brangus a suplementação com monensina reduziu o peso e a idade à puberdade em relação às fêmeas controles (MCCARTOR et al., 1979). Moseley et al. (1982) observaram diminuição significativa na idade à puberdade de novilhas cruzadas, porém sem constatação de alteração de peso corporal.

A suplementação com monensina em múltiparas, dos 21 dias pós-parto até a detecção do estro, reduziu o intervalo parto-primeiro estro e aumentou a proporção de fêmeas que exibiram estro nos primeiros 90 dias pós-parto, em relação ao grupo

controle (MANSON & RANDEL, 1983). Abe et al. (1994), também verificaram decréscimo significativo no intervalo parto-primeiro estro, em vacas leiteiras que receberam monensina em "bolus" na primeira semana pós-parto. Vacas leiteiras suplementadas com monensina, de 21 dias pré-parto até a confirmação de prenhez, apresentaram menor intervalo parto-primeira ovulação (TALLAM, 2003).

Monensina não alterou a taxa de concepção ou o número de serviços por concepção em múltiparas sincronizadas com Synchro-Mate B e inseminadas artificialmente (HIXON et al., 1982). Vacas Brahman que foram suplementadas ou não com o ionóforo lasalocida, de 21 dias pré-parto até um ciclo estral normal completo, apresentaram apenas tendência de maior taxa de concepção ao primeiro serviço (STRAUCH et al., 2003).

Vacas leiteiras suplementadas com monensina, apesar de apresentarem menor intervalo parto-primeira ovulação, tiveram taxas de prenhez na IA semelhantes às de fêmeas controles (TALLAM, 2003). Também foi observado que apesar da tendência da suplementação com lasalocida aumentar a taxa de concepção ao primeiro serviço em múltiparas, a suplementação ou não com o ionóforo não influenciou a taxa de prenhez. (STRAUCH et al., 2003).

2.8 Sincronização da ovulação

No final de década de 80, com o advento da ultra-sonografia foi possível a caracterização do desenvolvimento folicular em bovinos. Thatcher et al. (1989) e Macmillan & Thatcher (1991), utilizaram um análogo do GnRH para alterar a dinâmica folicular e forneceram a base para o desenvolvimento de um novo sistema de sincronização do estro.

Quando administrado em estádios aleatórios do ciclo estral, o GnRH causa a ovulação ou atresia do FD e induz a emergência de uma nova onda de crescimento folicular dentro de dois a três dias após o tratamento (THATCHER et al., 1989; MACMILLAN & THATCHER, 1991; PURSLEY et al., 1995). Desta maneira, os animais apresentam homogeneidade no estágio de desenvolvimento dos folículos ovarianos no

momento da indução da luteólise e na precisão da determinação do cio (TWAGIRAMUNGU et al., 1992a, b; THATCHER et al., 1993)

A $PGF_{2\alpha}$ e seus análogos são os principais hormônios utilizados no controle do ciclo estral e atuam pela regressão do CL (ODDE, 1990). A administração de GnRH seguida seis ou sete dias após pela injeção de $PGF_{2\alpha}$ é um sistema eficaz para a sincronização do cio e resulta em boa fertilidade (taxa de concepção entre 65 e 85%; TWAGIRAMUNGU et al., 1992b; THATCHER et al., 1993).

A administração de uma segunda dose de GnRH um a dois dias após a $PGF_{2\alpha}$ sincroniza o momento da ovulação em vacas tanto de raças européias (PURSLEY et al., 1995; TWAGIRAMUNGU et al., 1995) quanto de zebuínas (MOREIRA et al., 1997; BARROS et al., 1998) podendo ser inseminadas em horário predeterminado. O GnRH injetado 24 a 48 horas após a $PGF_{2\alpha}$ concentra as ovulações dentro de um período de 8 horas (24 a 32 horas após a aplicação de GnRH) o que permite a realização da IA com tempo fixo 16 a 24 horas após a segunda dose de GnRH (PURSLEY et al., 1994, 1995, 1997a, b; WILTBANK et al., 1996).

A utilização de progestágeno tem como objetivo mimetizar o ciclo estral curto que normalmente ocorre após a primeira ovulação pós-parto. O segundo GnRH promove antecipação e maior precisão no momento da ovulação quando aplicado cerca de 30 horas após a retirada do progestágeno (WILTBANK et al., 1996).

A idéia de induzir o pico pré-ovulatório de LH através de "feedback" positivo de estradiol sobre o GnRH e o LH foi estudada na Nova Zelândia, onde se recomendam administrar 0,75 ou 1mg de benzoato de estradiol (BE) 24 h após a remoção do dispositivo intravaginal de progesterona (CIDR-B[®]) (MACMILLAN & PETERSON, 1993; MACMILLAN & BURKE, 1996). Foi observado que o pico de LH ocorre em média 16,1 h pós-BE e a ovulação 40 h pós-BE (64 h após a remoção do CIDR-B). Isso significa que a IA deveria ser realizada 52 h pós-CIDR-B[®] (8-12 h antes da ovulação) para que se obtenha fertilidade máxima (HANLON et al., 1997).

2.9 Inseminação artificial em tempo fixo

O sucesso de um programa de IA está diretamente relacionado com a eficiência na detecção de estro, que requer tempo e mão de obra adequadamente treinada (MACMILLAN, 1992). Em todo o mundo são relatadas baixas taxas de serviço, principalmente devido a comprometimentos na eficiência da detecção de estro. Esse comprometimento é maior em rebanhos zebuínos, devido as suas particularidades reprodutivas, como a curta duração do estro associada à incidência de cios noturnos (BARROS et al., 1995; PINHEIRO et al., 1998).

Visando eliminar a necessidade de detecção do estro, diversos tratamentos hormonais têm sido utilizados com objetivo de melhorar a sincronização da ovulação e permitir a inseminação artificial com tempo fixo.

O protocolo "Ovsynch" propõe sincronização da ovulação em vacas leiteiras, possibilitando a utilização da IA, sem a necessidade de observação do estro. Esse protocolo consiste em uma aplicação intramuscular de 100 µg de GnRH, independentemente do dia do ciclo estral em que as vacas se encontram, causando ovulação do FD presente e, iniciando ou coincidindo com o início de uma nova onda de crescimento folicular, sincronizando o desenvolvimento do próximo FD. Uma injeção intramuscular de PGF_{2α} (25 mg) é administrada sete dias após a primeira aplicação de GnRH, causando a regressão do CL. A ovulação é sincronizada em um período de 8 h, 24 a 32 h após a segunda aplicação de GnRH, ocorrendo a sincronização da ovulação porque os folículos pré-ovulatórios estão sincronizados no mesmo estágio de desenvolvimento e respondem ao LH liberado em resposta à segunda aplicação de 100 µg de GnRH (PURSLEY et al., 1995).

Dispositivos intravaginais de progesterona em vacas de corte em anestro e com bezerro ao pé mantiveram o padrão de crescimento dos FDs no pós-parto similar ao observado em fêmeas ciclando, permitindo que os folículos atingissem a fase final de maturação, pico de LH, ovulação, formação de CL com menor incidência de regressão prematura e indução de ciclicidade em 50 a 60% dos animais (YAVAS et al., 1999).

A utilização de CIDR[®] em protocolo de sincronização de ovulação, durante o intervalo entre a administração de GnRH e PGF_{2α}, preveniu o estro prematuro e aumentou a taxa de sincronização e de concepção em animais em anestro (STEVENSON et al., 2000).

Vasconcelos et al. (2001) verificaram melhor taxa de sincronização de ovulação em vacas Girolandas, quando foi inserido um CIDR[®] associado à aplicação do primeiro GnRH do protocolo "Ovsynch" (remoção do implante junto com a administração de PGF_{2α} no dia 6 após o primeiro GnRH).

Em vacas em anestro a taxa de ovulação à primeira aplicação de GnRH foi influenciada pelo diâmetro do folículo dominante no dia da aplicação de GnRH (10,63 mm vs. 9,56 mm, para vacas que ovularam e não ovularam, respectivamente) (MENEGUETTI et al., 2001).

Vasconcelos et al. (1999) encontraram maior taxa de sincronização em vacas leiteiras lactantes após a segunda aplicação de GnRH nas fêmeas que haviam respondido à primeira aplicação de GnRH do protocolo "Ovsynch" (92% na presença vs. 79% na ausência de ovulação).

Fêmeas com três ondas de crescimento folicular têm menor resposta à primeira injeção de GnRH, diminuindo a taxa de sincronização, já que o intervalo entre ondas nesses animais é mais curto e a chance de se ter folículos com capacidade ovulatória no momento da aplicação do GnRH é menor do que em animais com duas ondas (PURSLEY et al., 1995).

Algumas alterações no protocolo "Ovsynch", como a aplicação de PGF_{2α} no dia 6 tem como objetivo melhorar a taxa de sincronização da ovulação em animais com três ondas de crescimento folicular. Foi observado que vacas ao receberem PGF_{2α} no dia 6 apresentaram melhores taxas de sincronização da ovulação do que as do dia 7 (71,6% e 58,8%, respectivamente) (VASCONCELOS et al., 2000).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O experimento foi desenvolvido na Companhia Agrícola e Pastoril Fazenda Rio Pardo, propriedade localizada no município de Iaras – Estado de São Paulo (latitude 22° 48' 45" sul e longitude 49° 11' 15" oeste), durante os meses de novembro 2002 a agosto de 2003.

3.2 Animais e delineamento experimental

Por exame de palpação retal, foram selecionadas 400 fêmeas gestantes da raça Nelore e destas 302, sendo 123 primíparas e 179 multíparas, foram efetivamente utilizadas devido à distribuição homogênea das datas de parição, considerando 40 dias o maior intervalo entre as partições.

Os animais foram divididos aleatoriamente em seis tratamentos e alocadas em fatorial 2 x 3 (suplementação sem ou com monensina sódica x estratégias de sincronização da ovulação: controle (sem sincronização da ovulação), protocolo 1 (GnRH) e protocolo 2 (BE)).

3.3 Tratamento de suplementação

As fêmeas foram distribuídas aleatoriamente em dois tratamentos de suplementação: o tratamento 1 (n= 150) recebeu suplemento mineral *ad libitum*, com ingestão média de 100 g/animal/dia; o tratamento 2 (n= 152) recebeu suplementação *ad libitum* de suplemento mineral com o ionóforo monensina sódica e com polpa cítrica como palatabilizante, com ingestão média de 350 g/animal/dia e 150 mg de monensina sódica/animal/dia (SIMAS, S., comunicação pessoal), conforme descrito na Tabela 01. A adição de polpa cítrica ao suplemento mineral com monensina, teve como objetivo equilibrar a ingestão do ionóforo, devido sua baixa palatabilidade.

As fêmeas foram mantidas em dois pastos de *Brachiaria decumbens* com área de aproximadamente 105,2 alqueires e com disponibilidade de pastagem durante todo período experimental.

O período total de suplementação se estendeu aproximadamente dos 30 dias pré-parto aos 90 dias pós-parto, considerando um período de 15 dias de adaptação ao suplemento. Fornecia-se o suplemento em cocho a cada dois dias e em quantidades suficientes para o consumo durante o período. Os cochos eram cobertos e suficientes para o número de animais por pasto. Diariamente se observava a necessidade de substituição do produto devido às chuvas.

Tabela 01. Composição dos suplementos experimentais.

Ingredientes	Tratamento	
	Controle	Monensina
Mineral (%)	100	25,0
Polpa cítrica (%)	0	72,5
Monensina sódica (%)	0	2,5
Total (%)	100	100
Ingestão média/dia (g)	100	350

Fonte: Minerthal Nutrição Animal[®].

3.4 Colheita das amostras de sangue

Com o objetivo de avaliar a condição energética e metabólica dos animais, foi realizada, em média aos 54 dias pós-parto, colheita de sangue de todas as fêmeas. As amostras foram colhidas da veia coccígea em tubos "vacutainers" contendo o anticoagulante heparina sódica e imediatamente colocadas em gelo. Em seguida, foram centrifugadas a 3000 x g durante 20 minutos e, posteriormente, as amostras de plasma foram acondicionadas e armazenadas em "freezer" a -20°C.

3.5 Análises laboratoriais

Amostras de todas as fêmeas foram analisadas, em duplicata, para IGF-I plasmático. As análises foram realizadas no Laboratório de Dosagens Hormonais (LDH) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da USP de São Paulo.

Concentrações plasmáticas de IGF-I foram determinadas pelo método comercial imunorradiométrico (IRMA) (DSL 5600 Active[®], distribuidor Gêneseis, São Paulo). O procedimento emprega um ensaio IRMA de dois sítios, descrito por Milles et al. (1974) e inclui uma etapa de extração simples na qual o IGF-I é separado das suas proteínas de ligação.

Foram realizados 4 ensaios, sendo que os coeficientes de variação (CV) intra-baixo e intra-alto foram: 7,02% e 2,69% (ensaio 1), 2,13% e 2,07% (ensaio 2), 1,67% e 3,87% (ensaio 3), 0,80% e 6,61% (ensaio 4), respectivamente. Os CVs interensaio foram de 13,37% (CV intra-baixo) e 2,13% (CV intra-alto) para os ensaios 1 e 2 e 6,66% (CV intra-baixo) e 0,88% (CV intra-alto) para os ensaios 3 e 4.

3.6 Avaliação do índice de escore corporal (IEC)

A avaliação do IEC dos animais foi realizada em conjunto por dois técnicos e um funcionário da propriedade, em média aos 54 dias pós-parto. Adotou-se a metodologia desenvolvida por Lowman et al. (1976), com escala de 1 (emaciado) a 5 (obeso) e adaptada para intervalos de 0,25 pontos.

3.7 Estratégias de sincronização da ovulação

As estratégias de sincronização da ovulação foram iniciadas aproximadamente aos 54 dias pós-parto (dia 0) como descritas nas Figuras 01 e 02. Ambos os protocolos incluíram a administração de 50 µg de GnRH (gonadorelina; Cystorelin[®], Merial Ltd., EUA) via intramuscular (im) e a inserção de dispositivo intravaginal de progesterona (1,9 g; CIDR[®], InterAg, Nova Zelândia) no dia 0. O CIDR[®] foi removido e

administrado 25 mg de $\text{PGF}_{2\alpha}$ (dinoprost trometamina; LUTALYSE[®], Pharmacia Corp., EUA) im no dia 6. No dia 8 foi realizada a segunda administração de 50 μg de GnRH im e se procedeu a IATF nas fêmeas do protocolo 1 (GnRH). Conforme protocolo 2 (BE), administrou-se 1 mg de BE (benzoato de estradiol; Estrogin[®], Farmavet, Brasil) im no dia 7 e a IATF foi realizada no dia 8 do protocolo.

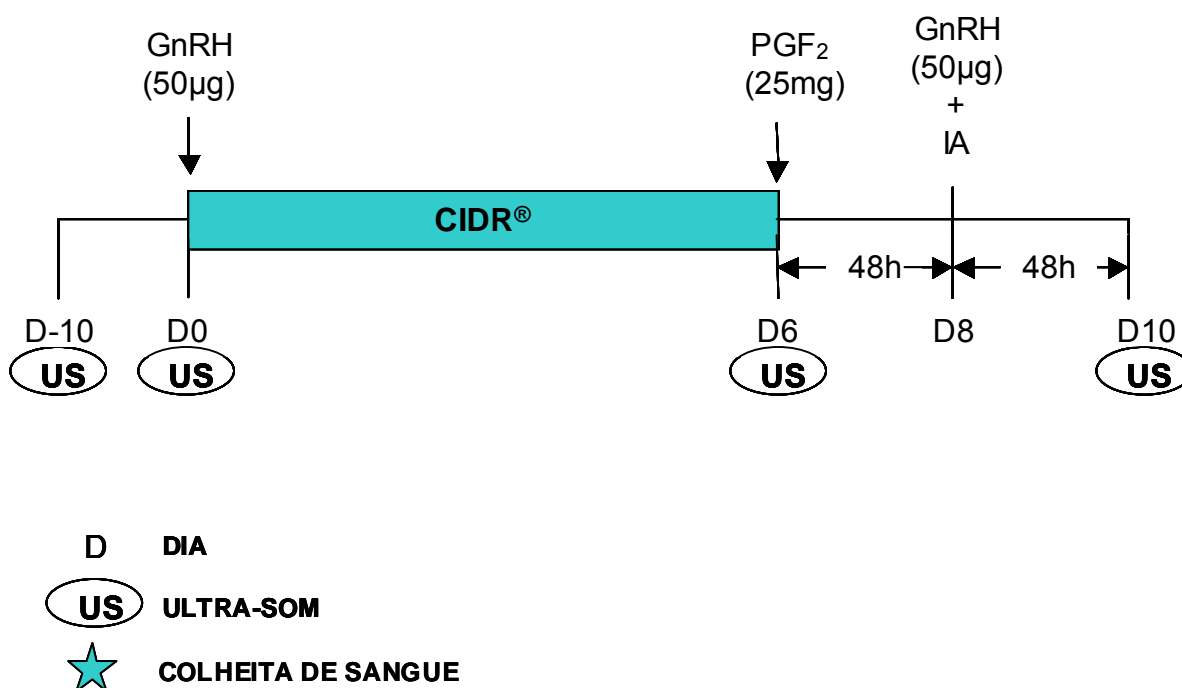


Figura 01. Protocolo de sincronização da ovulação com IATF 1 (GnRH) utilizado em vacas Nelore no período pós-parto (n= 110). Iaras – SP, 2003.

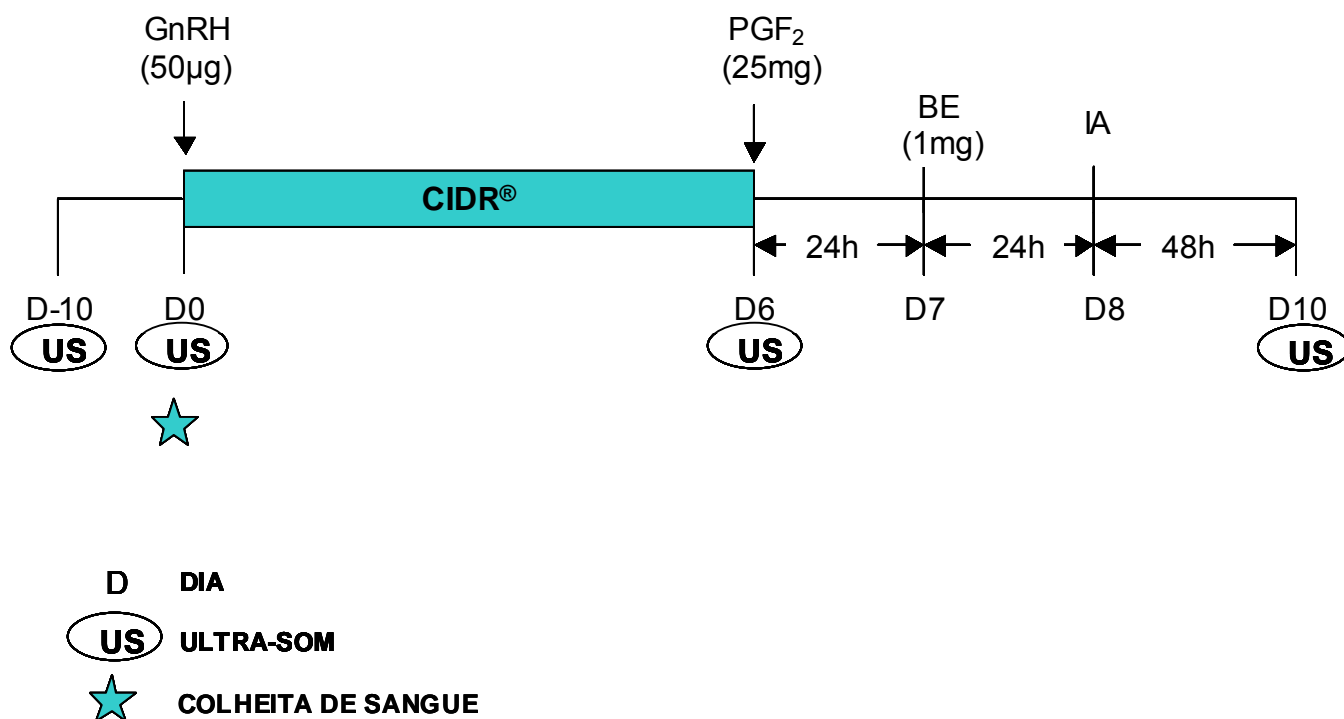


Figura 02. Protocolo de sincronização da ovulação com IATF 2 (BE) utilizado em vacas Nelore no período pós-parto (n= 107). Iaras – SP, 2003.

A IATF foi realizada por um único inseminador e com a utilização de sêmen de dois touros da raça Nelore, distribuídos homogeneamente nos protocolos.

O sêmen utilizado no experimento foi avaliado e aprovado quanto as suas características físicas e morfológicas pelo Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e de Zootecnia (FMVZ) da Unesp, Câmpus de Botucatu.

Aproximadamente 48 horas após a IATF, todas as fêmeas, sincronizadas e controles, foram expostas aos touros, na proporção de 1 touro para 25 vacas, durante estação de monta de 160 dias.

3.8 Avaliação ultra-sonográfica

A ciclicidade dos todos os animais foi avaliada pela presença ou ausência de CL em pelo menos um exame ultra-sonográfico, no dia – 10 ou no dia 0 do protocolo de sincronização da ovulação.

Realizou-se o acompanhamento ultra-sonográfico das estratégias de sincronização da ovulação (Figuras 01 e 02), avaliando-se o diâmetro do maior folículo no dia do 1º GnRH, a taxa de ovulação ao 1º GnRH, o diâmetro do maior folículo no dia da PGF_{2α} e a taxa de sincronização da ovulação. Foi utilizado um ultra-som Aloka® modelo SSD-500, com transdutor linear de 7,5 MHz, via retal.

A taxa de ovulação ao 1º GnRH foi avaliada pela identificação do maior folículo no momento da aplicação do hormônio (dia 0) e a confirmação de ovulação através da detecção de CL no sexto dia do protocolo.

A avaliação da taxa de sincronização da ovulação foi realizada através da identificação do maior folículo no dia da administração da PGF_{2α} (dia 6) e a confirmação de ovulação através da ausência deste folículo 48 h pós-IATF.

Para as fêmeas do tratamento controle, sem sincronização da ovulação, foi avaliado apenas o diâmetro do maior folículo no dia do 1º GnRH.

3.9 Diagnóstico de gestação

Considerou-se gestantes à IATF as fêmeas que ovularam ao segundo estímulo hormonal (GnRH ou BE) e que estavam gestantes ao exame por ultra-som aos 40 dias pós-IATF. A taxas de prenhez cumulativas durante a estação de monta foram avaliadas por palpação retal em intervalos de 40 dias após a IATF.

3.10 Análises estatísticas

As variáveis IEC, concentração plasmática de IGF-I, diâmetro do maior folículo no dia da aplicação do 1º GnRH e o diâmetro do maior folículo no dia da administração da PGF_{2α}, foram submetidas à análise de variância através do procedimento "General Linear Model"(GLM) do programa "Statistical Analysis System" (SAS Institute, 2002). No modelo matemático foram consideradas as variáveis: tratamento nutricional, ordem de parição e suas interações. No modelo matemático da análise de IEC foram incluídas as variáveis dias pós-parto e IGF-I. Na análise do IGF-I acrescentou-se no modelo matemático as variáveis dias pós-parto e IEC. Para analisar o diâmetro do maior folículo no dia do 1º GnRH incluiu-se no modelo a variável IGF-I. Na análise o diâmetro folicular no dia da PGF_{2α} foram incluídas no modelo as variáveis IGF-I e ovulação ao 1º GnRH.

Fêmeas ciclando (17/302) (4,7% vs. 6,2% e 4,3% vs. 6,6%, do tratamento monensina e do tratamento controle e de primíparas e múltiparas, respectivamente), foram excluídas das análises estatísticas. Fêmeas (3/240) que durante os protocolos de sincronização da ovulação perderam o dispositivo intravaginal CIDR foram retiradas das análises estatísticas a partir da análise do diâmetro do maior folículo no dia do 1º GnRH.

As taxas de ovulação ao 1º GnRH, de sincronização da ovulação e de concepção à IATF foram analisadas por regressão logística através do procedimento "Proc. Logistic" do programa SAS. No modelo matemático foram incluídas as variáveis: tratamento nutricional, ordem de parição e suas interações. Para a análise da variável ovulação ao 1º GnRH também foram inseridas no modelo as variáveis IGF-I e diâmetro do maior folículo no dia do 1º GnRH. Para analisar a variável sincronização da ovulação também foram acrescentadas no modelo as variáveis tratamento hormonal, IGF-I, diâmetro do maior folículo no dia da PGF_{2α} e ovulação ao 1º GnRH. Na análise da variável concepção à IATF foram adicionadas ao modelo as variáveis tratamento hormonal e touro.

Na taxa de prenhez cumulativa na estação de monta avaliou-se o efeito das variáveis: tratamento de suplementação, tratamento hormonal, ordem de parição e suas

interações. Foi utilizada análise de sobrevivência e o teste de Wilcoxon do procedimento "Proc. Lifetest" do programa SAS.

4. RESULTADOS

4.1 Índice de escore corporal (IEC)

Foi observada diferença no IEC ($3,1 \pm 0,03$ vs. $3,0 \pm 0,03$; $P < 0,05$) nos animais que receberam ou não monensina. Não foi verificado efeito significativo das variáveis ordem de parição, dias pós-parto e concentração plasmática de IGF-I no IEC.

4.2 Concentração plasmática de IGF-I

Fêmeas suplementadas com monensina apresentaram maiores concentrações plasmáticas de IGF-I em relação às fêmeas controles ($115,5 \pm 6,1$ ng/mL vs. $88,7 \pm 6,0$ ng/mL; $P < 0,05$). Primíparas também apresentaram maiores concentrações plasmáticas de IGF-I quando comparadas às múltiparas ($118,1 \pm 6,7$ ng/mL vs. $86,1 \pm 5,5$ ng/mL; $P < 0,05$).

4.3 Diâmetro do maior folículo no dia da aplicação do 1º GnRH

Suplementação com monensina aumentou o diâmetro folicular em relação às fêmeas controles ($10,1 \pm 0,16$ mm vs. $9,6 \pm 0,16$ mm; $P < 0,05$). Múltiparas apresentaram maior diâmetro folicular quando comparadas às primíparas ($10,3 \pm 0,14$ mm vs. $9,4 \pm 0,17$ mm; $P < 0,05$).

Ao se adicionar a variável concentração plasmática de IGF-I ao modelo matemático que analisa o diâmetro do maior folículo avaliado no dia do 1º GnRH, não se constatou mais efeito significativo da suplementação com ou sem monensina ($9,9 \pm 0,16$ mm vs. $9,7 \pm 0,16$ mm; $P > 0,05$), respectivamente. Esses resultados sugerem que o efeito do tratamento com monensina seja através de hormônio metabólico IGF-I. Observou-se também interação ($P < 0,05$) entre as variáveis ordem de parição e concentração plasmática de IGF-I no diâmetro folicular (Figura 03).

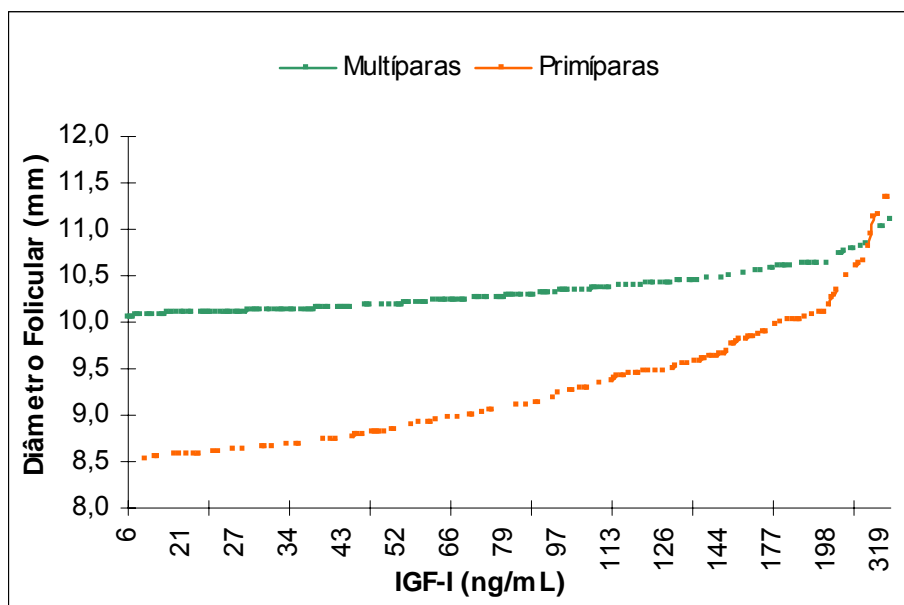


Figura 03. Retas de regressão do diâmetro médio do maior folículo no dia da aplicação do 1º GnRH em função da concentração plasmática de IGF-I em primíparas (n= 117) e múltiparas (n= 167) da raça Nelore. Iaras – SP, 2003.

4.4 Ovulação ao 1º GnRH

Animais suplementados com monensina apresentaram maior taxa de ovulação ao 1º GnRH do que animais controle (35,9% vs. 31,5%; $P < 0,05$). Observou-se também efeito ($P < 0,05$) da concentração plasmática de IGF-I na taxa de ovulação ao 1º GnRH (Figura 04).

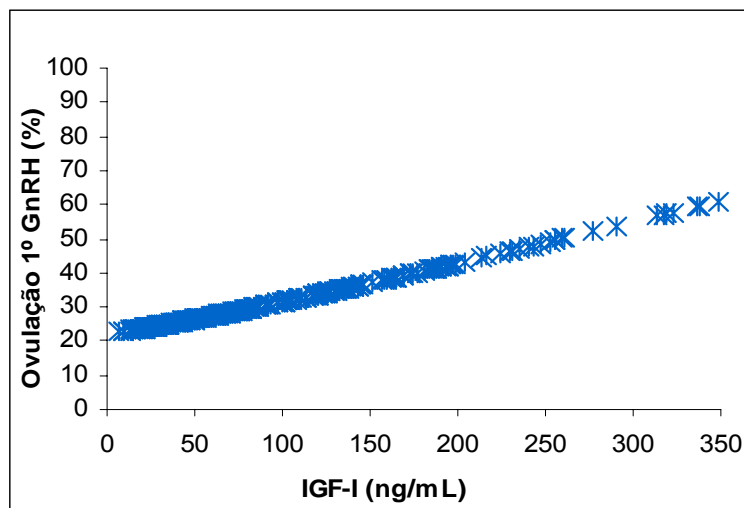


Figura 04. Curva de regressão logística da ovulação ao 1º GnRH em função da concentração plasmática de IGF-I em fêmeas da raça Nelore (n= 285). Iaras – SP, 2003.

Na análise estatística da variável ovulação ao 1º GnRH, observou-se que ao se incluir conjuntamente no modelo matemático as variáveis concentração plasmática de IGF-I e diâmetro do maior folículo no dia do 1º GnRH, verificou-se que o IGF-I não apresentava mais efeito significativo na taxa de ovulação, evidenciando que o efeito de IGF-I plasmático é de provavelmente aumentar o diâmetro folicular. Houve interação ($P < 0,05$) entre as variáveis suplementação com ou sem monensina e o diâmetro do maior folículo no dia do 1º GnRH na ovulação 1º GnRH (Figura 05).

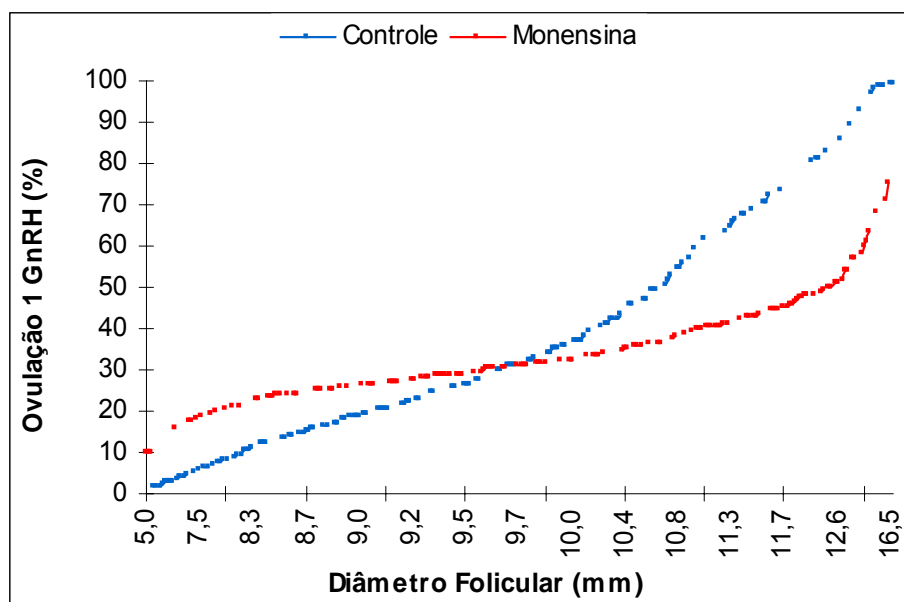


Figura 05. Curvas de regressão logística de ovulação ao 1º GnRH em função do diâmetro do maior folículo no dia da aplicação do 1º GnRH em fêmeas da raça Nelore suplementadas com (n= 137) e sem monensina sódica (n= 136). Iaras – SP, 2003.

4.5 Diâmetro do maior folículo no dia da aplicação da $PGF_{2\alpha}$

Não foi constatado efeito de suplementação ou não com monensina ($8,9 \pm 0,24$ mm vs. $8,6 \pm 0,24$ mm; $P > 0,05$), respectivamente, no diâmetro do maior folículo no dia da $PGF_{2\alpha}$. Fêmeas multíparas apresentaram maior diâmetro folicular do que as primíparas ($9,3 \pm 0,21$ mm vs. $8,3 \pm 0,27$ mm; $P < 0,05$), respectivamente. Não foram verificados efeitos significativos da concentração plasmática de IGF-I e da ovulação ao 1º GnRH na variável analisada.

4.6 Sincronização da ovulação

Não foi observado efeito da suplementação ou não com monensina na taxa de sincronização da ovulação (57,9% vs. 55,9%; $P > 0,05$, respectivamente). Também não foi observado efeito do tratamento hormonal na taxa de sincronização da ovulação (protocolo 1 (GnRH) 53,1% vs. protocolo 2 (BE) 60,7%; $P > 0,05$). Multíparas apresentaram maior taxa de sincronização da ovulação em relação às primíparas (60,7% vs. 51,1%; $P < 0,05$). O diâmetro folicular no dia da aplicação da $\text{PGF}_{2\alpha}$ influenciou ($P < 0,05$) a taxa de sincronização da ovulação (Figura 06).

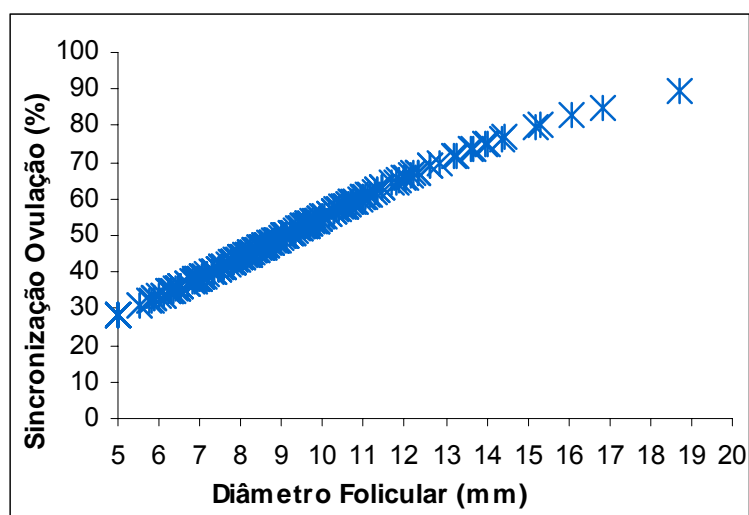


Figura 06. Curva de regressão logística de sincronização da ovulação em função do diâmetro do maior folículo no dia da aplicação da $\text{PGF}_{2\alpha}$ em fêmeas da raça Nelore (n= 225). Iaras – SP, 2003.

4.7 Concepção a IATF

Suplementação com ou sem monensina não influenciou a taxa de concepção à IATF (14,3% vs. 15,2%; $P > 0,05$), respectivamente. Tratamento hormonal também não teve efeito na taxa de concepção à IATF (protocolo 1 (GnRH) 17,3% vs. protocolo 2

(BE) 12,1%, $P>0,05$). Multíparas apresentaram maior taxa de concepção à IATF se comparadas às primíparas (19,4% vs. 7,9%; $P<0,05$), respectivamente.

4.8 Prenhez cumulativa

Animais suplementados com monensina apresentaram apenas uma tendência ($P=0,15$) na antecipação da prenhez durante a estação de monta (Figura 07).

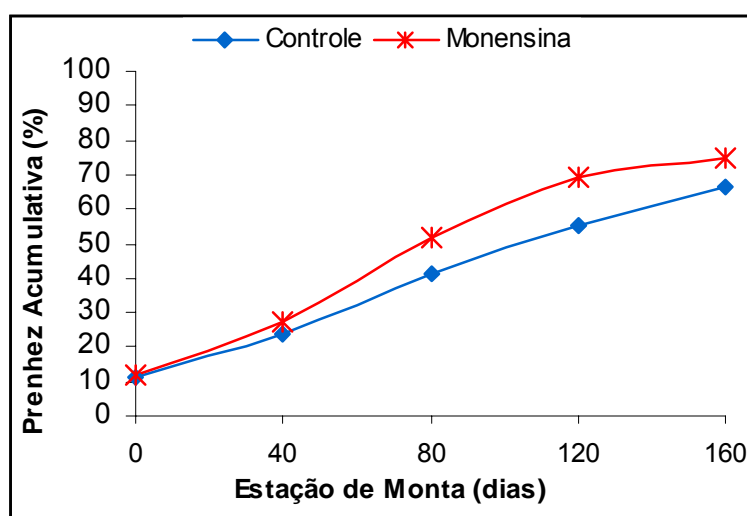


Figura 07. Curva de cumulativa de prenhez em função dos dias de estação de monta em fêmeas da raça Nelore suplementadas com (n= 137) e sem monensina sódica (n= 136). Iaras – SP, 2003.

Multíparas apresentaram maior ($P<0,05$) taxa de prenhez cumulativa na estação de monta em relação às primíparas (Figura 08).

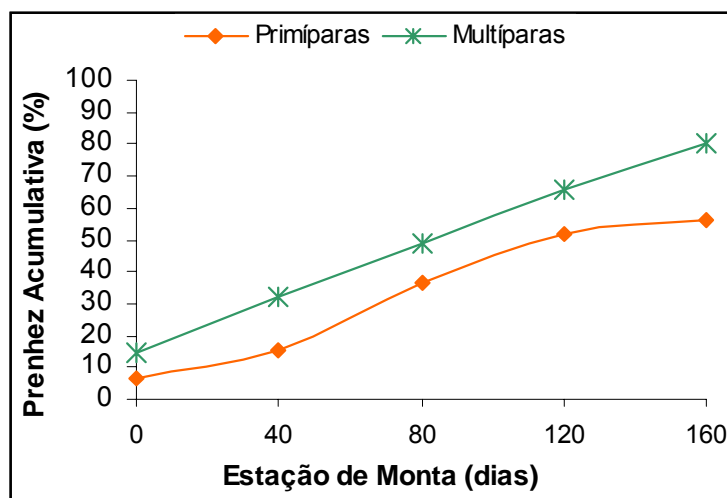


Figura 08. Curva cumulativa de prenhez em função dos dias de estação de monta em primíparas (n= 112) e multíparas (n= 161) da raça Nelore. Iaras – SP, 2003.

Fêmeas que foram submetidas aos tratamentos hormonais apresentaram maior antecipação da prenhez se comparadas às fêmeas controles (Figura 09).

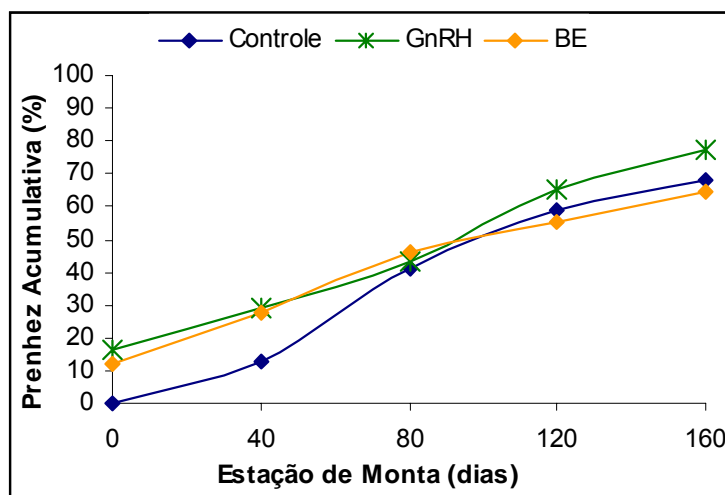


Figura 09. Curva cumulativa de prenhez em função dos dias de estação de monta na estratégia de sincronização da ovulação em fêmeas da raça Nelore (controle, n= 56; GnRH, n= 110; BE, n= 107). Iaras – SP, 2003.

Fêmeas múltíparas sincronizadas apresentaram maior antecipação da prenhez na estação de monta em relação às primíparas sincronizadas (Figuras 10 e 11).

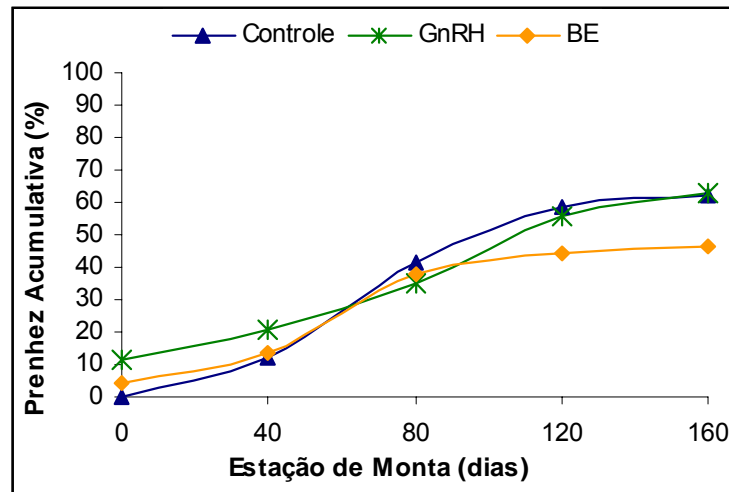


Figura 10. Curva cumulativa de prenhez em função dos dias de estação de monta e de acordo com a estratégia de sincronização da ovulação em primíparas da raça Nelore (controle, n= 24; GnRH, n= 43; BE, n= 45). Iaras – SP, 2003.

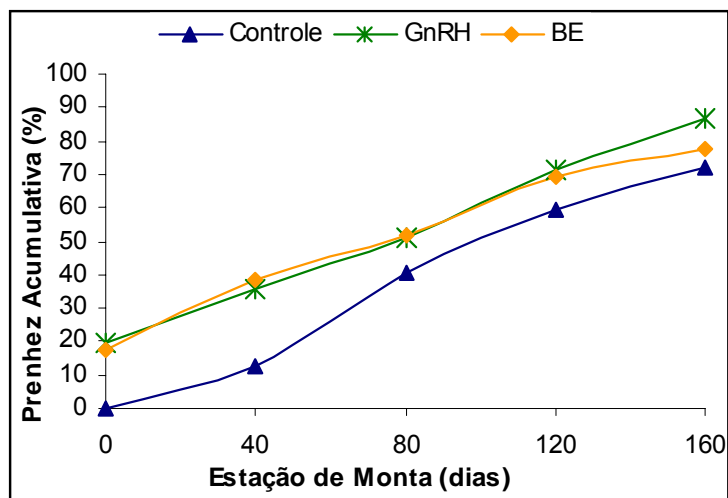


Figura 11. Curva cumulativa de prenhez em função dos dias de estação de monta e de acordo com a estratégia de sincronização da ovulação em multíparas da raça Nelore (controle, n= 32; GnRH, n= 67; BE, n= 62). Iaras – SP, 2003.

5.DISCUSSÃO

5.1 Índice de escore corporal (IEC)

Neste estudo, fêmeas suplementadas com monensina durante o período pré e pós-parto apresentaram, apesar de pequena diferença numérica, maior IEC aos 54 dias pós-parto, o que pode ser atribuído à capacidade do ionóforo de melhorar a condição energética e, possivelmente, reduzir a perda de peso pós-parto. Porém, em outros estudos foi observado que a suplementação pré e pós-parto com o ionóforo monensina (MANSON & RANDEL., 1983) ou com lasalocida (STRAUCH et al., 2003) não alteraram o IEC em fêmeas multíparas.

5.2 Concentração plasmática de IGF-I e diâmetro do maior folículo no dia da aplicação do 1º GnRH

Foi observado que animais suplementados com monensina apresentaram concentrações plasmáticas mais elevadas de IGF-I, refletindo uma melhor condição energética e metabólica desses animais. Suplementação com monensina também aumentou o diâmetro do maior folículo avaliado em média aos 54 dias pós-parto (dia da aplicação do 1º GnRH), sugerindo que este efeito possa ser explicado pelo aumento nas concentrações plasmáticas de IGF-I.

Concentrações plasmáticas de IGF-I são associadas positivamente ao IEC e a ingestão de nutrientes (YELICH et al., 1996). Quando multíparas foram submetidas à restrição de dieta a partir de 30 a 40 dias pós-parto, as concentrações circulantes de IGF-I foram reduzidas em 50% em apenas quatro dias a partir do início da restrição alimentar (RUTTHER et al., 1989). Em primíparas, o aumento da ingestão pós-parto de nutrientes resultou no aumento das concentrações plasmáticas de IGF-I e no aumento do diâmetro folicular avaliado logo após a detecção do estro (CICCIOLI et al., 2001).

É interessante observar que fêmeas primíparas apresentaram concentrações plasmáticas de IGF-I superiores às de multíparas. O IGF-I é um fator primário de

crescimento envolvido no desenvolvimento somático. Ao alcançarem a puberdade, novilhas apresentaram elevadas concentrações circulantes de IGF-I (YELICH et al., 1995), isso provavelmente explique, neste estudo, as maiores concentrações de IGF-I observadas nas primíparas, provavelmente por ainda estarem em fase final de crescimento.

Em vacas de corte, baixas concentrações circulantes de IGF-I são relacionadas a um aumento do intervalo parto-primeira ovulação (ROBERTS et al., 1997). Em multíparas, a suplementação com monensina dos 21 dias pós-parto até a detecção do estro, reduziu o intervalo parto-primeiro estro e aumentou a proporção de fêmeas que exibiram estro nos primeiros 90 dias pós-parto, em relação ao grupo controle (MANSON & RANDEL, 1983). Abe et al. (1994), também verificaram decréscimo significativo no intervalo parto-primeiro estro, em vacas leiteiras que receberam monensina em "bolus" na primeira semana pós-parto. Em vacas de leite suplementadas com monensina, de 21 dias pré-parto até a confirmação de prenhez, houve menor intervalo parto-primeira ovulação (TALLAM, 2003).

Vacas Brahman suplementadas ou não com o ionóforo lasalocida (200 mg animal/dia), de 21 dias pré-parto até um ciclo estral normal completo, não apresentaram diferença nas concentrações séricas de IGF-I (STRAUCH et al., 2003). Essas diferenças nas concentrações circulantes de IGF-I podem ter ocorrido devido ao diferentes ionóforos utilizados, monensina ou lasalocida, que podem apresentar ações metabólicas diferentes.

Verificou-se que na mesma concentração plasmática média de IGF-I, primíparas apresentaram menor diâmetro folicular em relação às multíparas. Novilhas e primíparas apresentam fisiologicamente maiores concentrações circulantes de IGF-I (YELICH et al., 1995) e, por isso, a concentração de IGF-I constatada não reflete, proporcionalmente, a condição energética do animal (Figura 03).

Estes resultados demonstram que devido ao ionóforo monensina alterar a proporção de AGV pelo aumento da produção de propionato ruminal (SCHELLING, 1984), houve melhoria da condição energética, pelo aumento do IEC e do IGF-I plasmático, possibilitando aumento da pulsatilidade de LH (ROCHE et al., 2000), com

subseqüente maior desenvolvimento folicular, já que o FD é dependente de LH (FORTUNE, 1994).

5.3 Ovulação ao 1º GnRH

A resposta à aplicação do 1º GnRH depende da presença de folículo com capacidade ovulatória no momento do tratamento (PURSELY et al., 1995). Vacas em anestro possuem ondas com menor intervalo de duração, devido a menor pulsatilidade de LH, ou seja, ondas curtas com menor chance de resposta ao 1º GnRH.

Meneguetti et al. (2001) verificaram que em vacas em anestro a taxa de ovulação à primeira aplicação de GnRH foi influenciada pelo diâmetro do FD no dia da aplicação do GnRH (10,63 vs. 9,56 mm, para vacas que ovularam e não ovularam, respectivamente).

Animais que receberam monensina apresentaram maior taxa de ovulação ao 1º GnRH em relação às controles, provavelmente devido ao efeito de monensina em aumentar o diâmetro folicular e a sua manutenção e, assim, possibilitar melhores taxas de ovulação. A concentração plasmática de IGF-I também aumentou a taxa de ovulação ao 1º GnRH, por também influenciar o diâmetro folicular (Figura 04).

Observou-se neste estudo que fêmeas suplementadas com monensina apresentaram maior taxa de ovulação ao 1º GnRH para folículos com diâmetro abaixo de 9,5 mm quando comparadas às fêmeas do tratamento controle (Figura 05). De acordo com Sartorelli (2003), em novilhas da raça Nelore a divergência folicular ocorre quando os folículos apresentam diâmetro maior que 5,8 mm, o que é inferior ao diâmetro de 8,5 mm relatado para novilhas da raça Holandesa. O mecanismo pelo qual a suplementação com monensina aumentou taxa de ovulação de folículos de menor diâmetro pode ser devido ao ionóforo aumentar as concentrações plasmáticas de IGF-I. O aumento de IGF-I pôde melhorar as taxas de ovulação de folículos de menor diâmetro através de duas maneiras, aumentando a pulsatilidade de LH (ROCHE et al., 2000) e o número de receptores de LH (DISKIN et al., 2003).

5.4 Diâmetro do maior folículo no dia da aplicação da PGF_{2α} e sincronização da ovulação

A suplementação com monensina não alterou o diâmetro folicular no dia da PGF_{2α}, o que pode ser devido a maior resposta ao 1º GnRH nos animais do tratamento monensina e utilização do dispositivo CIDR[®] nos protocolos, pois a progesterona liberada pelo dispositivo intravaginal associada a progesterona do CL formado, pode alterar a pulsatilidade de LH e, conseqüentemente, o desenvolvimento folicular.

Neste estudo, a suplementação com ou sem monensina e os tratamentos hormonais não influenciaram a taxa de sincronização da ovulação. Os resultados obtidos para sincronização da ovulação foram consideravelmente baixos, e poderiam ser melhores se o manejo de remoção temporária de bezerros fosse incorporado aos protocolos, o que não foi possível, apesar de tecnicamente recomendável, devido às dificuldades de manejo encontradas na propriedade.

Foi observada maior taxa de sincronização da ovulação após a segunda aplicação de GnRH em vacas leiteiras lactantes que ovularam ao 1º GnRH do protocolo “Ovsynch” (92% na presença vs. 79% na ausência de ovulação), evidenciando a importância da resposta ao 1º GnRH no resultado final da sincronização de ovulação (VASCONCELOS et al., 1999). Neste estudo a taxa de ovulação ao 1º GnRH não influenciou a taxa de sincronização da ovulação.

Verificou-se neste estudo que o diâmetro folicular no dia da aplicação de PGF_{2α} influenciou a taxa de sincronização da ovulação (Figura 06). Esses resultados demonstram a importância da presença de um folículo com capacidade ovulatória no momento da aplicação do estímulo hormonal pelo GnRH ou BE.

5.5 Concepção à IATF

No presente estudo o tratamento com monensina não influenciou a taxa de concepção à IATF e também não foi observada diferença entre os tratamentos hormonais utilizados. É provável que os efeitos não observados da suplementação com

monensina e do tratamento hormonal se devam, em parte, ao número reduzido de animais experimentais, principalmente por tratamento hormonal.

Tratamento com ou sem monensina não alterou a taxa de concepção ou o número de serviços por concepção em múltiparas sincronizadas com Synchro-Mate B e inseminadas artificialmente (HIXON et al., 1982). Quando vacas Brahman foram suplementadas ou não com o ionóforo lasalocida, de 21 dias pré-parto até um ciclo estral normal completo, verificou-se tendência das vacas suplementadas apresentarem maior taxa de concepção ao primeiro serviço (STRAUCH et al., 2003).

As baixas taxas de concepção à IATF verificadas neste estudo podem ser decorrentes principalmente das baixas taxas de sincronização da ovulação observadas e, de outros fatores, como a necessidade de utilização de protocolos que reduzem o número de manejos (Protocolo 1 (GnRH, aplicação do 2º GnRH associado à IATF; protocolo 2 (BE), intervalo de 24 h entre a aplicação de BE e a IATF) e a não utilização da estratégia de remoção temporária de bezerras, devido a problemas de manejo na propriedade.

A suplementação com o ionóforo monensina melhorou alguns parâmetros avaliados, como a condição metabólica, o desenvolvimento folicular e a taxa de ovulação ao 1º GnRH, mas seu efeito não foi suficiente para alterar as taxas de concepção à IATF.

5.6 Prenhez cumulativa

A taxa de prenhez cumulativa é importante pois permite avaliar os resultados de concepção à IATF associados principalmente à indução de ciclicidade que, neste estudo, pode ser devido principalmente a suplementação com monensina e a utilização de dispositivo CIDR® nos protocolos de sincronização da ovulação.

Vacas leiteiras suplementadas com monensina, apesar de apresentarem menor intervalo parto-primeira ovulação, tiveram taxas de prenhez na IA semelhantes às de fêmeas controles (TALLAM, 2003), concordando com os resultados de Strauch et al. (2003), que apesar da tendência da suplementação com lasalocida aumentar a taxa de

concepção ao primeiro serviço em multíparas, a suplementação ou não com o ionóforo não influenciou a taxa de prenhez. Neste estudo tratamento com monensina apresentou apenas tendência em aumentar as taxas de prenhez cumulativas durante a estação de monta (Figura 07).

Foi verificado que as taxas de prenhez cumulativas, independentemente da estratégia de sincronização utilizada, foram superiores nas multíparas em relação às primíparas, resultados que refletem possivelmente melhor resposta dessa categoria animal à suplementação com monensina (Figura 08).

A utilização de dispositivo intravaginal de progesterona em vacas de corte em anestro e com bezerro ao pé mantém o padrão de crescimento dos FDs pós-parto similar aos observados em vacas ciclando, permitindo que estes folículos atinjam fases finais de maturação, seguido por pico de LH, ovulação, formação de CL com menor incidência de regressão prematura e ainda indução de ciclicidade em 50 a 60 % dos animais (YAVAS et al., 1999). Neste trabalho, a utilização dos protocolos de sincronização possibilitou a antecipação da prenhez de fêmeas tratadas quando comparadas às fêmeas controles (Figura 09). Observou-se que aos 40 dias de estação de monta, as fêmeas suplementadas com monensina apresentaram taxa de gestação superior em aproximadamente 15% às taxas de gestação dos animais controles.

Multíparas sincronizadas apresentaram maior antecipação da prenhez na estação de monta do que as primíparas sincronizadas (Figuras 10 e 11). Fêmeas primíparas apresentaram taxas de concepção a IATF baixas e, provavelmente houve baixa indução de ciclicidade, observada nos resultados de prenhez cumulativa. O maior diâmetro folicular que foi verificado nas multíparas, refletiram na melhor resposta desses animais à sincronização da ovulação e, conseqüentemente nas taxas de concepção e prenhez cumulativa (Figura 03 e 11).

6. CONCLUSÃO

Suplementação com monensina no período pré e pós-parto melhorou a condição energética dos animais devido ao aumento do IEC e das concentrações plasmáticas de IGF-I; o aumento de IGF-I observado, provavelmente aumentou a pulsatilidade e os receptores de LH, possibilitando maior desenvolvimento folicular. Entretanto, a hipótese de que tratamento com monensina melhoraria as respostas aos protocolos de sincronização da ovulação não foi confirmada, pois apenas a variável taxa de ovulação ao 1º GnRH foi influenciada pela suplementação com o ionóforo. O efeito da suplementação com monensina não foi suficiente para melhorar as taxas de sincronização da ovulação, concepção à IATF e prenhez cumulativa na estação de monta. Também não se verificou efeito do tratamento hormonal utilizado nas taxas de sincronização da ovulação, concepção à IATF e prenhez cumulativa na estação de monta em vacas Nelore.

7. IMPLICAÇÕES

A otimização da eficiência reprodutiva é um fator fundamental na melhora da performance produtiva e, conseqüentemente, do retorno econômico da pecuária de corte. Programas de IATF podem intensificar o progresso genético dos rebanhos pelo avanço na utilização da IA.

O desenvolvimento de estratégias de indução de ciclicidade associadas a programas de sincronização da ovulação com IATF, busca reduzir o anestro pós-parto prolongado e, conseqüentemente, melhorar a performance reprodutiva de vacas de corte. Contudo, faz-se necessário o desenvolvimento de novos estudos sobre a suplementação com ionóforos objetivando melhorar o desenvolvimento folicular e as respostas a protocolos de IATF em vacas de corte.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, N.; LEAN, I. J.; RABIEE, A.; PORTER, J.; GRAHAM, C. Effects of sodium monensin on reproductive performance of dairy cattle. II. Effects on metabolites in plasma, resumption of ovarian cyclicity and oestrous in lactating cows. **Australian Veterinary Journal**, v. 71, n. 9, p. 277-282, 1994.

ADAMS, G. P.; MATTERI, R. L.; KASTELIC, J. P.; KO, J. C. H.; GINTHER, O. J. Association between surges of FSH and emergence of follicular waves in heifers. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 94, p. 177-188, 1992.

ADAMS, G. P. Control of ovarian follicular wave dynamics in cattle: implication for synchronization & superstimulation. **Theriogenology**, v. 41, n. 1, p. 19-24, 1994.

Agricultural Research Council. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Slough, London: **Commonwealth Agricultural Bureaux**; 1980.

ARMSTRONG, D. G.; GONG, J. G.; GARDNER, J. O.; BAXTER, G.; HOGG, C. O.; WEBB, R. Steroidogenesis in bovine granulosa cells: the effect of short-term changes in dietary intake. **Biology of Reproduction**, v. 123, p. 371-378, 2002.

BADINGA, L.; THATCHER, W. W.; WILCOX, C. J.; MORRIS, G.; ENTWISTLE, K.; WOLFENSON, D. Effect of season on follicular dynamics and plasma concentrations of estradiol 17 β , progesterone and luteinizing hormone in lactating Holstein cows. **Theriogenology**, v. 42, n. 8, p. 1263-1274, 1994.

BARROS, C. M.; FIGUEIREDO, R. A.; PINHEIRO, O. L. Estro, ovulação e dinâmica folicular em zebuínos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 19, n.1/2, p. 9-22, 1995.

BARROS, C. M.; FERNANDES, P.; GAMBINI, A. L. G.; MOREIRA, M. B. P. Timed artificial insemination using GnRH, PGF 2α and estradiol benzoate. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 272-281, 1998. Suppl. 1.

BELLOWS, R. A.; SHORT, R. E. Effects of precalving feed level on birth weight, calving difficulty and subsequent fertility. **Journal of Animal Science**, v. 46, p. 1522-1528, 1978.

BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, v. 58, p. 1465-1483, 1984.

BÓ, G. A.; MARTINEZ, M.; NASSER, L. F.; CACCIA, M.; TRIBULO, H.; MAPLETOFT, R. J. Follicular dynamics in *Bos-indicus* and *Bos-taurus* beef cattle under pasture conditions in Argentina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 10, 1993, Belo Horizonte. **Anais...Belo Horizonte**, 1993. Abstract 2:221.

BÓ, G. A.; BARUSELLI, P. S. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en el ganado bovino en regiones subtropicales y tropicales. In: CONGRESO VENEZUELANO DE PRODUCCIÓN E INDUSTRIA ANIMAL, 11, 2002, Valera. **Anais...Valera**, 2002. p. 1-15.

BURKE, J. M.; DE LA SOTA, R. L.; RISCO, C. A.; STAPLES, C. R.; SCHIMITT, E. J. P. Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 79, p. 1385-1393, 1996.

BURKE, J. M.; HAMPTON, J. H.; STAPLES, C. R.; THATCHER, W. W. Body condition influences maintenance of a persistent first wave dominant follicle in dairy cattle. **Theriogenology**, v. 49, n. 4, p. 751-760, 1998.

BUSHMISH, S. L.; RANDEL, R. D.; MCCARTOR, M.; CARROL, L. H. Effect of dietary monensin upon ovarian response following gonadotropin treatment in pre-puberal heifers. **Journal of Animal Science**, v. 51, p. 692-697, 1980.

CICCIOLI, N. H.; WETTWMANN, R. P.; SPICER, L. J.; KEISLER, D. H.; LENTS, C. A., WHITE, F. J. Postpartum nutrition influences concentrations of leptin, IGF-I and pregnancy rate of primiparous beef cows. In: INTERNACIONAL ANIMAL AGRICULTURE ANF FOOD SCIENCE CONFERENCE, v. 79, suppl 1, 2001. Abstract 141.

DISKIN, M. G.; MACKEY, D. R.; ROCHE, J. F.; SCREENAN, J. M. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. **Animal of Reproduction Science**, v. 78, p. 345-370, 2003.

ECHTERNKAMP, S. E.; SPICER, L. J.; GREGORY, K. E.; CANNING, S. F.; AMMOND, J. M. Concentrations of insulin-like growth factor-I in blood and ovarian follicular fluid of cattle selected for twins. **Biology of Reproduction**, v. 43, p. 8-14, 1990

FIGUEIREDO, R. A.; BARROS, C. M.; PINHEIRO, O. L.; SOLER, J. M. P. Ovarian follicular dynamics in Nelore Breed (*Bos indicus*). **Theriogenology**, v. 47, p. 1489-1505, 1997.

FORTUNE, J. E. Ovarian follicular growth and development in mammals. **Biology of Reproduction**, v. 50, p. 225-232, 1994.

GARCIA-WINDER, M.; IMAKAWA, K.; DAY, M. L.; ZALESKY, D. O.; KITTOK, R. J.; KINDER, J. E. Effect of suckling and ovariectomy on the control of luteinizing hormone secretion during the postpartum period in beef cows. **Biology of Reproduction**, v. 31, p. 771-778, 1984.

GINTHER, O. J.; KNOPF, L.; KASTELIC, J. P. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 87, p. 223–230, 1989.

GINTHER, O. J.; WILTBANK, M. C.; FRIKE, P. M.; GIBBONS, J. R.; KOT, K. Selection of the dominant follicle in cattle. **Biology of Reproduction**, v. 55, p. 1187-1194, 1996a.

GINTHER, O. J., KOT, K.; KULICK, L. J.; MARTIN, S.; WILTBANK, M. C. Relationships between FSH and ovarian follicular waves during the last six months of pregnancy in cattle. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 108, p. 271–279, 1996b.

GINTHER, O. J.; BERGFELT, D. R.; BEG, M. A.; KOT, K. Follicle selection in cattle: Role of luteinizing hormone. **Biology of Reproduction**, v. 64, p. 197-205, 2001.

GONG, J. G.; WILMUT, I.; BRAMLEY, T. A. Pretreatment with recombinant bovine somatotropin enhances the superovulatory response to FSH in heifers. **Theriogenology**, v. 45, p. 611-622, 1996.

GOODMAN, R. L. Neuroendocrine control of the ovine estrous cycle. In: **The Physiology of Reproduction**. 2. ed. KNOBIL, E.; NEILL, J. B. (Ed.). Raven Press, 1994. p. 659-709.

HANLON, D. W.; WILLIAMSON, N. B.; WICHTEL, J. J.; STEFFERT, I. J., CRAIGE, A.L.; PFEIFFER, D. U. Ovulatory responses and plasma luteinizing hormone concentrations in dairy heifers after treatment with exogenous progesterone and estradiol benzoate. **Theriogenology**, v.47, p. 963-975, 1997.

HINEY, J. K.; OJEDA, S. R.; DEES, W. L. Insulin-like growth factor-I: a possible metabolic signal involved in the regulation of female puberty. **Neuroendocrinology**, v. 57, p. 420–423, 1991.

HIXON, D. L.; FAHEY, G. C. JR.; KESLER, D. J.; NEUMANN, A. L. Effects of energy level and monensin on reproductive performance and lactation of beef cows. **Theriogenology**, v. 17, n. 5, p. 515-525, 1982.

KESLER, D. J.; TROXEL, T. R.; HIXON, D. L. Effect of days postpartum and exogenous GnRH on reproductive hormone and ovarian changes in postpartum suckled beef cows. **Theriogenology**, v. 13, p. 287-295, 1980.

KNOFF, L.; KASTELIC, J. P.; SCHALLENBERGER, E.; GINTHER, O. J. Ovarian follicular dynamics in heifers: test of two-wave hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 6, p. 111-119, 1989.

LALMAN, D. L.; KEISLER, D. H.; WILLIAMS, J. E.; SCHOLLJEGERDES, E. J.; MALLETT, D. M. Influence of postpartum weight and body condition change on duration of anestrus by undernourished suckled beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 2003-2008, 1997.

LAMB, C. Como aumentar a eficiência reprodutiva em rebanhos de corte. In: "NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 8., 2004, Uberlândia. **Anais...Uberlândia**, 2004. p. 161-173.

LAMMING, G. E.; WATHES, D. C.; PETERS, A. R. Endocrine patterns of the postpartum cow. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 30, p. 155-170, 1981.

LANA, R. P.; RUSSELL, J. B. Effect of forage quality and monensin on the ruminal fermentation of fistulated cows fed continuously at a constant intake. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 224-229, 1997.

LOOPER, M. L.; LENTS, C. A.; VIZCARRA, J. A.; WETTEMANN, R. P. Evaluation of the effects of body condition on luteal activity and estrus in postpartum beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 1, p. 223, 1997. Abstract.

LOWMAN, B. G.; ZIMBELMAN, R. G.; CASIDA, L. E. Condition scoring of cattle. **The West of Scotland College of Agriculture**, Edinburgh, n. 6, p. 1-13, 1976.

LUCY, M. C.; SAVIO, J.D.; BADINGA, L.; DE LA SOTA, R. L.; THATCHER, W. W. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3615-3626, 1992.

MACKEY, D. R.; WYLIE, A. R. G.; SREENAN, J. M.; ROCHE, J. F, DISKIN, M. G. The effect of acute nutritional change on the follicle wave turnover, gonadotropin, and steroid concentration in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 429-442, 2000.

MACMILLAN, K. L.; THATCHER, W. W. Effect of an agonist of gonadotropin-releasing hormone on ovarian follicles in cattle. **Biology of Reproduction**, v. 45, p. 883-889, 1991.

MACMILLAN, K. L. Reproductive management. In: AMERICAN DAIRY SCIENCE ASSOCIATION. **Large dairy herd management**. p. 88, 1992.

MACMILLAN, K. L.; PETERSON, A. J. A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR-B) for estrus synchronization, increasing pregnancy rates and the treatment of post-partum anestrus. **Animal of Reproduction Science**, v. 33, p. 1-25, 1993.

MACMILLAN, K. L; BURKE, C. R. Effects of oestrus cycle control on reproductive efficiency. **Animal of Reproduction Science**, v. 42, p. 307-320, 1996.

MASON, L.; RANDEL, R. D. Effect of monensin and suckling on the GnRH induced luteinizing hormone surge and effect of monensin on the postpartum interval in Brangus cows. **Theriogenology**, v. 19, n. 3, p. 331-342, 1983.

MCCARTOR, M. M.; RANDEL, R. D.; CARROLL, L. H. Dietary alteration of ruminal fermentation on efficiency of growth and onset of puberty in brangus heifers. **Journal of Animal Science**, v. 48, n. 3, p. 488-494, 1979.

MCNELLY, A. S. Suckling and the control of gonadotropin secretion. In: **The Physiology of Reproduction**. 2. ed. KNOBIL, E.; NEILL, J. B. (Ed.). Raven Press Ltd, New York, 1988. p. 2323-2349.

MENEGHETTI, M.; VILELA, E. R.; VASCONCELOS, J. L. M.; CERRI, R. L. A.; FERREIRA JR, N. Efeito da remoção de bezerros no folículo dominante e na taxa de ovulação ao primeiro GnRH em protocolos de sincronização em vacas Nelore em anestro. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 25, n. 3, p. 286-288, 2001.

MILLES, L. E. M.; LIPSCHITZ, D. A.; BIEBER, C. P.; COOK, J. D. Measurement of serum ferritin by a 2-site immunoradiometric assay. **Analytic of Biochemistry**, v. 61, p. 209-224, 1974.

MOREIRA, M. B. P.; PINHEIRO, O. L.; GAMBINI, A. L. G.; BARROS, C. M Estrus-ovulation interval and synchronization of ovulation in Nelore cows (*Bos indicus*). **Biology of Reproduction**, v. 56, n. 245, p. 144, 1997. Suppl. 1.

MOSELEY, W. M.; MCCARTOR, M. M.; RANDEL, R. D. Effects of monensin on growth and reproductive performance of beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 45, p. 961-968, 1977.

MOSELEY, W. M.; DUNN, T. G.; KALTENBACH, C.C.; SHORT, R. E.; STAIGMILLER, R. B. Relationship of growth and puberty in beef heifers fed monensin. **Journal of Animal Science**, v. 55, n. 2, p. 357-362, 1982.

MURPHY, M. G.; BOLAND, M. P.; ROCHE, J. F. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 90, p. 523–533, 1990.

MURPHY, M. G.; ENRIGHT, W. J.; CROWE, M .A.; MCCONNELL, K.; SPICER, L. J.; BOLAND, M. P.; ROCHE, J. F. Effect of dietary intake on pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycle in beef heifers. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 92, p. 333-338, 1991.

ODDE, K. G. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 817-830, 1990.

PINHEIRO, O. L.; BARROS, C. M.; FIGUEIREDO, R. A.; VALLE, E. R.; ENCARNAÇÃO, R. O.; PADOVANI, C. R. Estrus behavior and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandina F_{2a} or norgestomet and estradiol valerate. **Theriogenology**, v. 49, n. 3, p. 667-681, 1998.

PRESSMAN, B. C. Biological applications of ionophores. **Annual Review of Biochemistry**, v. 45, p. 501-530, 1976.

PURSLEY, J. R.; MEE, M. O.; BROWN, M. D.; WILTBANK, M. C. Synchronization of ovulation in dairy cattle using GnRH and PGF_{2α}. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 230, 1994.

PURSLEY, J. R.; MEE, M. O.; WILTBANK, M. C. Synchronization of ovulation in dairy cattle using GnRH and PGF_{2α}. **Theriogenology**, v. 44, p. 915-923, 1995.

PURSLEY, J. R.; WILTBANK, M. C.; STEVENSON, J. S.; OTTOBRE, J. S.; BARVERICK, H. A.; ANDERSON, L. L. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 295-300, 1997a.

PURSLEY, J. R.; KOSOROK, M. R.; WILTBANK, M. C. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 295-300, 1997b.

RAJAKOSKI, E. Ovarian follicular system in sexually mature heifers with special reference to seasonal cyclical and left-right variations. **Acta Endocrinology**, v. 34, suppl. 52, p. 379-392, 1960.

RANDEL, R. D. LH and ovulation in Brahman, Brahman x Hereford and Hereford heifers. **Journal of Animal Science**, v. 43, p. 300-308, 1976.

RANDEL, R. D.; RUTTER, L. M.; RHODES, III. R. C. Effect of monensin on the estrogen-induced LH surge in pre-puberal heifers. **Journal of Animal Science**, v. 54, p. 806-810, 1982.

RANDEL, R. D. Nutrition and post-partum re-breeding in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 853-862, 1990.

REYNOLDS, C. K.; TYRRELL, H. F.; REYNOLDS, P. J. Effects of dietary forage-to-concentrate ratio and intake on energy metabolism in growth beef heifers: net nutrient metabolism by visceral tissues. **Journal of Nutrition**, v. 121, p. 994-1003, 1991.

RHODES, F. M.; FITZPATRICK, L. A.; ENTWISTLE, K. W.; DE'ATH, G. Sequential changes in ovarian follicular dynamics in *Bos indicus* heifers before and after nutritional anoestrus. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 104, n. 1, p. 41-49, 1995.

RHODES, F. M.; ENTWISTLE, K. W.; KINDER, J. E. Changes in ovarian function and gonadotropin secretion preceding the onset of nutritionally induced anestrus in *Bos indicus* heifers. **Biology of Reproduction**, v. 55, p. 1437-1443, 1996.

ROBERSON, M. S.; WOLFE, M. W.; STUMPF, T. T.; KITTOCK, R. J.; KINDER, J. E. Luteinizing hormone secretion and corpus luteum in cows receiving two levels of progesterone. **Biology of Reproduction**, v. 41, p. 997–1003, 1989.

ROBERTS, A. J.; NUGENT, R. A.; KLINDT, J.; JENKINS, T. G. Circulating insulin-like growth factor I, insulin-like growth factor binding proteins, growth hormone, and resumption of oestrus in post-partum cows subjected to dietary energy restriction. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 1909–1917, 1997.

ROCHE, J. F.; BOLAND, M. P. Turnover of dominant follicles in cattle of different reproductive states. **Theriogenology**, v. 35, n. 1, p. 81-90, 1991.

ROCHE, J.F.; MACKEY, D.; DISKIN, M.D. Reproductive management of postpartum cows. **Animal of Reproduction Science**, v. 60/61, p. 703-712, 2000.

RUSSELL, F. B. Mechanisms of action of ionophores. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1997, Cornell. **Proceedings...**Cornell, 1997. p. 88-92.

RUTTER, L. M.; SNOPEK, R.; MANNS, J. G. Serum concentrations of IGF-I in post-partum beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 2060–2066, 1989.

SARTORELLI, E. S. **Caracterização da fase de desvio folicular em novilhas da raça Nelore (*Bos taurus indicus*)**. 2003. 57p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SAS Institute, 2002. **SAS[®] User's Guide: Statistics**, SAS Institute Inc, Cary, NC.

SAVIO, J. D., KEENAN, L.; BOLAND, M. P.; RACHE, J. F. Pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycle of heifers. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 83, p. 663-671, 1988.

SAVIO, J. D.; BOLAND, M. P.; HYNES, N.; ROCHE, J. F. Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 88, p. 569–579, 1990a.

SAVIO, J. D.; BOLAND, M. P.; ROCHE, J. F. Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in post-partum dairy cows. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 88, p. 581–591, 1990b.

SCHALLENBERGER, E. Gonadotrophins and ovarian steroids in cattle. 3. Pulsatile changes of gonadotrophin concentrations in the jugular vein postpartum. **Acta Endocrinology**, v. 109, p. 37-43, 1985.

SCHELLING, G. T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, v. 58, n. 6, p. 1518-1527, 1984.

SHORT, R. E.; ADAMS, D. C. Nutritional and hormonal interrelationships in beef cattle reproduction. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 68, p. 29-39, 1988.

SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A.; STAIGMILLER, R. B.; BERARDINELLI, J. G.; CUSTER, E. E. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 799-806, 1990.

SPICER, L. J.; LEUNG, K.; CONVEY, E. M.; GUNTHER, J.; SHORT, R. E.; TUCKER, H. A. Anovulation in postpartum suckled beef cows. I. Associations among size and numbers of ovarian follicles uterine involution, and hormones in serum and follicular fluid. **Journal of Animal Science**, v. 62, p. 734–741, 1986.

SPICER, L.J., ALPIZAR, E., ECHTERNKAMP, S.E., Effects of insulin, insulin-like growth factor I, and gonadotrophins on bovine granulosa cell proliferation, progesterone production, estradiol production, and/or insulin-like growth factor I production in vitro. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 1232–1241, 1993.

SPICER, L. J.; ECHTERNKAMP, S. E. The ovarian insulin and insulin-like growth factor system with an emphasis on domestic animals. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 12, p. 223-245, 1995.

SPICER, L. J.; STEWART, R. E. Interaction among bovine somatotropin, insulin, and gonadotrophins on steroid production by bovine granulosa and theca cells. **Journal of Dairy Science**, v. 79, p. 813–821, 1996.

STAGG, K.; DISKIN, M. G.; SREENAN, J. M.; ROCHE, J. F. Follicular development in long-term anoestrous suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. **Animal of Reproduction Science**, v. 38, p. 49-61, 1995.

STAGG, K.; SPICER, L. J.; SREENAN, J. M.; ROCHE, J. F.; DISKIN, M. G. Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. **Biology of Reproduction**, v. 59 p. 777–783, 1998.

STEVENSON, J. Sincronización de celos y de ovulaciones en ganado bovino de carne e leche. In: CONGRESO ARGENTINO DE REPRODUCCIÓN ANIMAL, 5, 2000, Rosario. **Anais...**Rosario, 2000. CD.

STOCK, A. E.; FORTUNE, J. E. Ovarian follicular dominance in cattle: Relationship between prolonged growth of the ovulatory follicle and endocrine parameters. **Endocrinology**, v. 132, p. 1108–1114, 1993.

STRAUCH, T. A.; NEUENDORFF, D. A.; BROWN, C. G.; WADE, M. L.; LEWIS, A. W.; KEISLER, D. H.; RANDEL, R. D. Effects of lasalocid on circulating concentrations of leptin and insulin-like growth factor-I and reproductive performance of postpartum Brahman cows. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 6, p. 1363-1370, 2003.

TALLAM, S. K. Ovarian follicular activity in lactating Holstein cows supplemented with monensin. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 3498-3507, 2003.

THATCHER, W. W.; MACMILLAN, K. L.; HANSEN, P. J.; DROST, M. Concepts for regulation of corpus luteum function by the conceptus and ovarian follicles to improve fertility. **Theriogenology**, v. 31, p. 149-64, 1989.

THATCHER, W. W.; DROST, M.; SAVIO, J. D.; MACMILLAN, K. L.; ENTWISTLE, K. W.; SCHMITT E. J.; DE LA SOTA, R. L.; MORRIS, G. R. New clinical uses of GnRH and its analogues in cattle. **Animal of Reproduction Science**, v. 33, p. 27-49, 1993.

TURZILLO, A. M.; FORTUNE, J. E. Suppression of the secondary FSH surge with bovine follicular fluid is associated with delayed ovarian follicular development in heifers. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 89, p. 643-653, 1990.

TWAGIRAMUNGU, H.; GUIBAULT, L. A.; PROULX, J.; VILLEUVE, P.; DUFUOR, J. J. Synchronization of estrus and fertility in beef cattle with two injections of buserelin and prostaglandin. **Theriogenology**, v. 38, p. 1131-1144, 1992a.

TWAGIRAMUNGU, H.; GUIBAULT, L. A.; PROULX, J.; VILLEUVE, P.; DUFUOR, J. J. Influence of an agonist of Gonadotropin-Releasing Hormone (Buserelin) on estrus synchronization and fertility in beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 1904-1910, 1992b.

TWAGIRAMUNGU, H.; GUILBAULT, L. A.; DUFOUR, J. J. Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 3141-3151, 1995.

VASCONCELOS, J. L. M.; SILCOX, R. W.; ROSA, G. L. M.; PURSLEY, J. R.; WILTBANK, M. C. Synchronization rate, size of the ovulatory follicle and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. **Theriogenology**, v. 52, p. 1067-1078, 1999.

VASCONCELOS, J. L. M.; ARAÚJO, T. P. B.; CERRI, R. L. A.; VALLARELI, R. L.; WECHSLER, F. S. Ovulation and synchronization rates in Holstein and crossbred lactating dairy cows during two seasons receiving the PGF_{2α} injection on 6 or 7 of the Ovsynch protocol. **Journal of Dairy Science**, v. 83, suppl. 1, p. 214, 2000.

VASCONCELOS, J. L. M.; CERRI, R. L. A.; ARAÚJO, T. P. B.; VALLARELI, R. L.; VILELA, E. R.; MENENGHETTI, M.; SANTOS, R. M. Taxas de ovulação ao primeiro GnRH e de sincronização ao segundo GnRH em vacas holandesas e girolandas em lactação, em duas estações, que receberam a injeção de PGF_{2α} no dia 6 ou 7 após a primeira aplicação de GnRH do protocolo "Ovsynch". **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 25, n 1, p. 296-298, 2001.

VICINI, J. L.; BUONOMO, F. C.; VEENHUIZEN, J. J.; MILLER, M. A.; CLEMMONS, D. R.; COLLIER, R. J. Nutrient balance and stage of lactation affect responses of insulin, insuline-like growth factor I e II, and insuline–like growth binding protein 2 to somatotropin administration in dairy cows. **Journal of Nutrition**, v. 121, p. 1656-1664, 1991.

WETTEMANN, R. P.; LENTS, C. A.; CICCIOLO, N. H.; WHITE, F. J.; RUBIO, I. Nutritional and suckling-mediated anovulation in beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 81(E. Suppl.), p. E48-E59, 2003.

WILLIAMS, G. L.; KOTWICA, J.; SLANGER, W. D.; OLSON, D. K.; TILTON, J. E., JOHNSON, L. J. Effect of suckling on pituitary responsiveness to gonadotropin-releasing hormone throughout the early postpartum period of beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 54, p. 594-602, 1982.

WILLIAMS, G. L.; TALAVERA, F.; PETERSEN, B. J.; KIRSCH, J. D.; TILTON, J. E. Coincident secretion of FSH and LH in early postpartum beef cows: effects of suckling and low-level increases in systemic progesterone. **Biology of Reproduction**, v. 29, p. 362-373, 1983.

WILSON, M. E. IGF-I administration advances the decrease in hypersensitivity to oestradiol negative feedback inhibition of serum LH in adolescent female rhesus monkeys. **Journal of Endocrinology**, v. 145, p. 121–130, 1995.

WILSON, S. J.; MARION, R. S.; SPAIN, J. N.; SPIERS, D. E.; KEISLER, D. H.; LUCY, M. L. Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 1. Lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 8, p. 2124-2131, 1998.

WILTBANK, J. N.; WARWICK, E. J.; VERNON, E. H.; PRIODE, B. M. Factors affecting net calf crop in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 20, p. 409-415, 1961.

WILTBANK, J. N.; WARWICK, E. J.; VERNON, E. H.; PRIODE, B. M. Factors affecting net calf crop in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 20, p. 409-415, 1962.

WILTBANK, M. C.; PURSLEY, J. R.; FRICKE, P.M.; GARVERICK, H. A.; KESLER, D. J. Development of AI and ET programs that do not require detection of estrus using recent information on follicular growth. In: 15, 1996, Portland. In: ANNUAL CONVENTION PORTLAND, 15, 1996, Oregon. **Proceedings...Oregon: American Embryo Transfer Association**, 1996. p. 23-44.

WILTBANK, M. C. Information of reproductive cyclicity in cattle. In: "NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 2., 1998, Passos. **Anais... Passos**, 1998. p. 54-69.

YAVAS, Y.; JOHNSON, W. H.; WALTON, J. S. Modification of follicular dynamics by exogenous FSH and progesterone, and the induction of ovulation using hCG in postpartum beef cows. **Theriogenology**, v. 52, p. 949-963, 1999.

YAVAS, Y.; WALTON, J. S. Induction of ovulation in postpartum suckled beef cows: a review. **Theriogenology**, v. 54, p. 1-23, 2000a.

YAVAS, Y.; WALTON, J. S. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. **Theriogenology**, v. 54, p. 25-55, 2000b.

YELICH, J. V.; WETTEMANN, R. P.; DOLEZAL, H. G.; LUSBY, K. S.; BISHOP D. K.; SPICER L. J. Effects of growth rate on carcass composition and lipid partitioning at puberty and growth hormone, insulin-like growth factor I, insulin, and metabolites before puberty in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2390–2405, 1995.

YELICH, J. V.; WETTEMANN, R. P.; MARSTON, T. T.; SPICER, L. J. Luteinizing hormone, growth hormone, insulin-like growth factor-I, insulin and metabolites before puberty in heifers fed to gain at two rates. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 13, p. 325–338. 1996.