

**Samuel Guedes Borges da Silva**

**AVALIAÇÃO CRÍTICA DA ADOÇÃO DE PROTOCOLOS HORMONAIS SOBRE  
O DESEMPENHO REPRODUTIVO DE FÊMEAS ZEBUÍNAS**

**Dissertação apresentada à Escola de Veterinária  
da Universidade Federal de Minas Gerais, como  
requisito parcial para a obtenção do grau de  
Mestre em Ciência Animal.**

**Área de concentração: Reprodução Animal.**

**Orientador: Prof. Alan Maia Borges**

**Co-orientador: Dr. José Reinaldo Mendes Ruas**

**Belo Horizonte  
Escola de Veterinária- UFMG  
2009**

A474p Silva, Samuel Guedes Borges, 1980-  
Avaliação crítica da adoção de protocolos hormonais sobre a eficiência reprodutiva de fêmeas zebuínas / Samuel Guedes Borges da Silva – 2009  
133p. : il.

Orientador: Alan Mais Borges  
Co-orientador: José Reinaldo Mendes Ruas  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária  
Inclui bibliografia

1. Bovino de corte – Reprodução – Teses. 2. Protocolos hormonais – Teses.  
3. Inseminação artificial – Teses. 4. Zebu – Teses. I. Borges, Alan Maia. II. Ruas, José Reinaldo Mendes. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária.  
IV. Título

Dissertação defendida em 18 de fevereiro de 2009 e aprovada pela banca examinadora constituída por:

---

Prof. Álan Maia Borges  
(Orientador)

---

Prof. Cesar Roberto Esper

---

Prof. Giovanni Ribeiro de Carvalho

---

Prof. Helton Mattana Saturnino

**Pai, Mãe e Irmãos, dedico ao nosso amor,  
nossa união que determinou minha formação  
pessoal e meu desenvolvimento profissional.**

*“Não Se pode alcançar um novo objetivo  
pela aplicação do mesmo nível de pensamento  
que o levou ao ponto em que se encontra hoje.”*

Albert Einstein

---

## AGRADECIMENTOS

---

Ao meu caro orientador e amigo, Prof. Alan Maia Borges, pelo exemplo profissional e pessoal, pelos conselhos, pela confiança depositada, por sua grande dedicação e intensa participação na execução deste projeto.

Ao Dr. José Reinaldo Mendes Ruas (EPAMIG), pela co-orientação, companheirismo, pelas oportunidades, por sua grande disposição para ajudar-nos, pelos ensinamentos e conselhos valiosos, e por viabilizar a parceria com a UFMG para o desenvolvimento do estudo nas Fazendas Experimentais da empresa.

À Escola de Veterinária da UFMG e aos professores que contribuíram para a minha formação profissional.

À FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais), pelo apoio financeiro à pesquisa (APQ 1638-08), e à CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos amigos José Cláudio e todos da família Mascarenhas Barbosa pela oportunidade e convivência nas fazendas Tabuleiro Grande e Capoeira Grande, e aos funcionários William, Márcio, Rodrigo, Gedeon pela intensa colaboração.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, na pessoa do seu pesquisador Lázaro Eustáquio Borges, ao Sr. Arismar de Castro Menezes, Geraldo Chagas e funcionários, pela receptividade e por contribuírem na realização do projeto.

Ao amigo João Newton Lopes, e familiares pela oportunidade, receptividade e convivência na Fazenda Rancho Fundo, e aos funcionários Alberto e Manuel pela colaboração na realização dos trabalhos.

Aos Professores Cesar Roberto Esper, Giovanni Ribeiro de Carvalho e Helton Mattana Saturnino, pela participação na banca examinadora e sugestões valiosas.

Aos sempre companheiros Thiago, Leandro, Henrique, Wilder, Lucas e Ivan, pela ajuda imprescindível para a execução dos experimentos.

À todos os meus verdadeiros amigos pela amizade, apoio, companheirismo e pelos sempre excelentes momentos de diversão.

À Alessandra e Juliana e todos os que moraram na REP, pela amizade e paciência nesses anos.

Às funcionárias do Colegiado de Pós-Graduação e do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias pela prontidão em nos atender.

A todas as pessoas que de alguma forma colaboraram para a execução deste trabalho.

---

## SUMÁRIO

---

	LISTA DE TABELAS .....	8
	LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS .....	10
	LISTA DE ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	10
	RESUMO .....	15
	ABSTRACT .....	16
1.	<b>Introdução</b> .....	17
2.	<b>Revisão de literatura</b> .....	18
2.1	<i>História da Inseminação Artificial</i> .....	18
2.1.1	<i>Eficiência e método de detecção de estro</i> .....	21
2.1.2	<i>Momento da inseminação artificial</i> .....	23
2.1.3	<i>Manuseio do sêmen</i> .....	25
2.1.4	<i>Habilidade do inseminador</i> .....	26
2.2	<i>Criopreservação do sêmen</i> .....	27
2.3	<i>Os Hormônios e suas aplicações na sincronização de estros em bovinos</i> .....	31
2.3.1	<i>Hormônios utilizados na sincronização de estros em bovinos</i> .....	32
2.3.1.1	<i>Progesterona</i> .....	32
2.3.1.2	<i>Estrógeno</i> .....	33
2.3.1.3	<i>Gonadotropina Coriônica Humana (hCG)</i> .....	33
2.3.1.4	<i>Gonadotropina Coriônica Equina (eCG)</i> .....	34
2.3.1.5	<i>Prostaglandina F2alfa (PGF<sub>2</sub>α)</i> .....	34
2.3.1.6	<i>Hormônio Liberador de Gonadotropinas (GnRH)</i> .....	34
2.3.2	<i>Desenvolvimento dos métodos para sincronizar os estros e as ovulações em bovinos</i> .....	35
3.	<b>Material e Métodos</b> .....	42
3.1	<i>Período experimental</i> .....	42
3.2	<i>Seleção dos animais e período experimental</i> .....	42
3.3	<i>Caracterização e particularidades das diferentes propriedades</i> .....	44
3.3.1	<i>Propriedade 1</i> .....	44
3.3.2	<i>Propriedade 2</i> .....	45
3.3.3	<i>Propriedade 3</i> .....	46
3.3.4	<i>Propriedade 4</i> .....	48
3.3.5	<i>Propriedade 5</i> .....	49
3.4	<i>Análise estatística</i> .....	50
4.	<b>Resultados e Discussão</b> .....	51
4.1	<i>Avaliações das propriedades 1 e 2</i> .....	51
4.2	<i>Aplicação de terapias hormonais em novilhas</i> .....	52
4.3	<i>Aplicação de terapias hormonais em vacas solteiras</i> .....	61
4.4	<i>Aplicação de terapias hormonais em vacas paridas em anestro</i> .....	72
4.5	<i>Considerações finais sobre as propriedades</i> .....	85
4.6	<i>Simulação dos Custos</i> .....	87
5.	<b>Conclusões</b> .....	92
6.	<b>Referências Bibliográficas</b> .....	93
7.	<b>Anexos</b> .....	113

---

**LISTA DE TABELAS**

---

<b>Tabela 1</b>	Percentuais de manifestação de estro e de gestação obtidos por diversos autores com a aplicação de terapias hormonais, segundo a categoria animal, raça ou subespécie.....	42
<b>Tabela 2</b>	Número de novilhas e vacas da raça Gir ciclando e em anestro, idades, escores da condição corporal (ECC) e pesos vivos médios ao início do período experimental, na propriedade 1.....	45
<b>Tabela 3</b>	Número de novilhas e vacas da raça Gir ciclando e em anestro, escores da condição corporal (ECC) e pesos vivos médios ao início do período experimental, na propriedade 2.....	46
<b>Tabela 4</b>	Número de vacas mestiças F1 Nelore x Gir solteiras e paridas, idades, escores da condição corporal (ECC) e pesos vivos médios, número de dias pós-parto (DPP) e ordem de parto ao início do período experimental, na propriedade.....	47
<b>Tabela 5</b>	Escore da condição corporal médio (ECC) e percentual de novilhas e vacas da raça Gir em anestro, em dezembro/2007 e no início do período experimental em janeiro/2008.....	51
<b>Tabela 6</b>	Tabela 6: Idades, pesos vivos inicial (PI) e final (PF), escores da condição corporal inicial (ECCI) e final (ECCF) médios de novilhas da raça Gir, ciclando e em anestro, nas propriedades 1 e 2.....	52
<b>Tabela 7</b>	Percentual de estros detectados, número de animais gestantes, taxas de concepção e de gestação após a primeira e segunda aplicações de prostaglandina F <sub>2α</sub> , em novilhas da raça Gir nas propriedades 1 e 2.....	53
<b>Tabela 8</b>	Diâmetros foliculares na colocação (FOLC) e na retirada (FOLR) do implante intravaginal de progesterona, área (CLa) e volume (CLv) do corpo lúteo formado após o tratamento hormonal de novilhas da raça Gir em anestro, nas propriedades 1 e 2.....	57
<b>Tabela 9</b>	Número e percentual de novilhas da raça Gir em anestro que manifestaram estro, seguido ou não de ovulação, após o tratamento hormonal com progesterona e estradiol, nas propriedades 1 e 2.....	58
<b>Tabela 10</b>	Percentual total de detecção de estros, número de gestações, taxas de concepção e de gestação em novilhas da raça Gir após o tratamento hormonal com progesterona e estrógeno, nas propriedades 1 e 2.....	59
<b>Tabela 11</b>	: Idades, pesos vivos inicial (PI) e final (PF), escores da condição corporal inicial (ECCI) e final (ECCF) médios de vacas solteiras da raça Gir, nas propriedades 1 e 2.....	62
<b>Tabela 12</b>	Percentual de estros detectados, número de gestantes, taxas de concepção e gestação após uma, duas e três (propriedade 3) aplicações de prostaglandina F <sub>2α</sub> em vacas solteiras das propriedades 1 e 2 (raça Gir), propriedade 3 (mestiças Gir x Nelore) e propriedade 5 (raças Gir, Indubrasil e mestiças <i>Bos taurus indicus</i> ).....	63
<b>Tabela 13</b>	Idades, pesos vivos inicial (PI) e final (PF), escores da condição corporal inicial (ECCI) e final (ECCF) médios das vacas paridas da raça Gir, nas propriedades 1 e 2.....	73

<b>Tabela 14</b>	Diâmetros foliculares na colocação (FOLC) e na retirada (FOLR) do implante intravaginal de progesterona, área (CLa) e volume (CLv) do corpo lúteo formado após o tratamento hormonal de vacas paridas em anestro, nas propriedades 1 e 2 (raça Gir), propriedade 3 (mestiças Gir x Nelore), propriedade 4 (raça Gir) e propriedade 5 (raças Gir, Indubrasil e mestiças <i>Bos taurus indicus</i> ).....	73
<b>Tabela 15</b>	Número e percentual de vacas da raça Gir, paridas e em anestro, que manifestaram estro, seguido ou não de ovulação, após o tratamento hormonal com progesterona e estradiol, nas propriedades 1 e 2.....	74
<b>Tabela 16</b>	Percentual total de animais detectados em estro, número de gestantes, taxas de concepção e gestação após o tratamento hormonal com progesterona e estradiol de vacas paridas em anestro das propriedades 1 e 2 (raça Gir), propriedade 3 (mestiças Gir x Nelore), propriedade 4 (raça Gir) e propriedade 5 (raças Gir, Indubrasil e mestiças <i>Bos taurus indicus</i> ).....	78
<b>Tabela 17</b>	Comparação dos custos de implantação de protocolos hormonais com prostaglandina ou progesterona e estradiol, utilizados de forma generalizada (simulação) ou estratégica, na propriedade 1.....	89
<b>Tabela 18</b>	Comparação dos custos de implantação de protocolos hormonais com prostaglandina ou progesterona e estradiol, utilizados de forma generalizada (simulação) ou estratégica, na propriedade 2.....	89
<b>Tabela 19</b>	Comparação dos custos de implantação de protocolos hormonais com prostaglandina ou progesterona e estradiol, utilizados de forma generalizada (simulação) ou estratégica, na propriedade 3.....	90
<b>Tabela 20</b>	Comparação dos custos de implantação de protocolos hormonais com prostaglandina ou progesterona e estradiol, utilizados de forma generalizada (simulação) ou estratégica, na propriedade 4.....	90
<b>Tabela 21</b>	Comparação dos custos de implantação de protocolos hormonais com prostaglandina ou progesterona e estradiol, utilizados de forma generalizada (simulação) ou estratégica, na propriedade 5.....	91

---

#### LISTA DE FIGURAS

---

<b>Figura 1</b>	Distribuição percentual de novilhas da raça Gir detectadas em estro após a aplicação da prostaglandina $F_{2\alpha}$ , nas propriedades 1 e 2.....	55
<b>Figura 2</b>	Distribuição percentual de novilhas da raça Gir detectadas em estro após o tratamento hormonal com progesterona e estradiol, nas propriedades 1 e 2.....	58
<b>Figura 3</b>	Distribuição do percentual de vacas solteiras ciclando e detectadas em estros após a aplicação da $PGF_{2\alpha}$ , nas propriedades 1 e 2 (raça Gir), propriedade 3 (mestiças Gir x Nelore) e propriedade 5 (raças Gir, Indubrasil e mestiças <i>Bos taurus indicus</i> ).....	65
<b>Figura 4</b>	Distribuição percentual de vacas paridas em anestro e detectadas em estros após o tratamento com progesterona e estradiol, nas propriedades 1, 2 e 4 (Gir), propriedade 3 (mestiças Gir x Nelore) e propriedade 5 (Gir, Indubrasil e mestiças <i>Bos taurus indicus</i> ).....	75

---

**LISTA DE GRÁFICOS**

---

<b>Gráfico 1</b>	Variações do peso corporal (kg) das vacas solteiras mestiças Gir x Nelore cíclicas, de fevereiro/2007 a fevereiro/2008, quando foram realizadas as terapias hormonais na propriedade 3.....	70
<b>Gráfico 2</b>	Evolução do peso corporal (kg) das vacas paridas Gir x Nelore de fevereiro/2007 a fevereiro/2008 quando se iniciou as terapias hormonais na propriedade 3.....	80

---

**LISTA DE ANÁLISES ESTATÍSTICAS**

---

<b>Análise 1:</b>	Escore da condição corporal dos animais em dezembro.....	113
<b>Análise 2:</b>	Escore da condição corporal dos animais em janeiro.....	113
<b>Análise 3:</b>	Idade dos animais ciclando.....	113
<b>Análise 4:</b>	Peso vivo inicial dos animais ciclando.....	114
<b>Análise 5:</b>	Peso vivo final dos animais ciclando.....	114
<b>Análise 6:</b>	Escore da condição corporal inicial dos animais ciclando.....	114
<b>Análise 7:</b>	Escore da condição corporal final dos animais ciclando.....	114
<b>Análise 8:</b>	Intervalo da aplicação da prostaglandina ao estro.....	114
<b>Análise 9:</b>	Idade dos animais em anestro.....	114
<b>Análise 10:</b>	Peso vivo inicial dos animais em anestro.....	114
<b>Análise 11:</b>	Peso vivo final dos animais em anestro.....	115
<b>Análise 12:</b>	Escore da condição corporal inicial dos animais em anestro.....	115
<b>Análise 13:</b>	Escore da condição corporal final dos animais em anestro.....	115
<b>Análise 14:</b>	Intervalo da retirada do implante intravaginal ao estro.....	115
<b>Análise 15:</b>	Diâmetro folicular na colocação do implante intravaginal.....	115
<b>Análise 16:</b>	Diâmetro folicular na retirada do implante intravaginal.....	115
<b>Análise 17:</b>	Área do corpo lúteo 10 dias após a ovulação.....	115
<b>Análise 18:</b>	Volume do corpo lúteo 10 dias após a ovulação.....	116
<b>Análise 19:</b>	Comparação do peso vivo inicial com o final das novilhas ciclando.....	116
<b>Análise 20:</b>	Comparação do escore da condição corporal inicial e final das novilhas ciclando.....	116
<b>Análise 21:</b>	Comparação do peso vivo inicial e final das vacas ciclando.....	116
<b>Análise 22:</b>	Comparação do escore da condição corporal inicial final das vacas ciclando.....	116
<b>Análise 23:</b>	Comparação do peso vivo inicial e final das novilhas em anestro.....	116
<b>Análise 24:</b>	Comparação do escore da condição corporal inicial e final das novilhas em anestro.....	116

<b>Análise 25:</b> Comparação do diâmetro folicular das novilhas em anestro na colocação com a retirada do implante.....	117
<b>Análise 26:</b> Comparação do peso vivo inicial e final das vacas em anestro.....	117
<b>Análise 27:</b> Comparação do escore da condição corporal inicial e final das vacas em anestro.....	117
<b>Análise 28:</b> Comparação do diâmetro folicular das vacas em anestro na colocação com a retirada do implante.....	117
<b>Análise 29:</b> Comparação da idade das novilhas ciclando com as em anestro.....	117
<b>Análise 30:</b> Comparação do peso vivo inicial das novilhas ciclando com as em anestro.	117
<b>Análise 31:</b> Comparação do peso vivo final das novilhas ciclando com as em anestro.....	118
<b>Análise 32:</b> Comparação do escore da condição corporal inicial das novilhas ciclando com as em anestro.....	118
<b>Análise 33:</b> Comparação do escore da condição corporal final das novilhas ciclando com as em anestro.....	118
<b>Análise 34:</b> Comparação da idade das vacas ciclando com as em anestro.....	118
<b>Análise 35:</b> Comparação do peso vivo inicial das vacas ciclando com as em anestro.....	118
<b>Análise 36:</b> Comparação do peso vivo final das vacas ciclando com as em anestro.....	118
<b>Análise 37:</b> Comparação do escore da condição corporal inicial das vacas ciclando com as em anestro.....	118
<b>Análise 38:</b> Comparação do escore da condição corporal final das vacas ciclando com as em anestro.....	119
<b>Análise 39:</b> Taxas de estro em novilhas tratadas com prostaglandina.....	119
<b>Análise 40:</b> Taxas de estro em vacas tratadas com prostaglandina.....	119
<b>Análise 41:</b> Taxas gestação após a aplicação da prostaglandina em novilhas.....	119
<b>Análise 42:</b> Taxas gestação após a aplicação da prostaglandina em vacas.....	119
<b>Análise 43:</b> Taxa de estro e ovulações após terapia hormonal em vacas paridas e anestro.....	119
<b>Análise 44:</b> Taxa de gestação após aplicação da terapia hormonal ou repetição do estro em vacas paridas.....	119
<b>Análise 45:</b> Escore da condição corporal dos animais em dezembro.....	120
<b>Análise 46:</b> Escore da condição corporal dos animais em janeiro.....	120
<b>Análise 47:</b> Peso vivo inicial dos animais ciclando.....	120
<b>Análise 48:</b> Peso vivo final dos animais ciclando.....	120
<b>Análise 49:</b> Escore da condição corporal inicial dos animais ciclando.....	120
<b>Análise 50:</b> Escore da condição corporal final dos animais ciclando.....	120
<b>Análise 51:</b> Intervalo da aplicação da prostaglandina ao estro.....	121
<b>Análise 52:</b> Peso vivo inicial dos animais em anestro.....	121
<b>Análise 53:</b> Peso vivo final dos animais em anestro.....	121

<b>Análise 54:</b> Escore da condição corporal inicial dos animais em anestro.....	121
<b>Análise 55:</b> Escore da condição corporal final dos animais em anestro.....	121
<b>Análise 56:</b> Intervalo da retirada do implante intravaginal ao estro.....	121
<b>Análise 57:</b> Diâmetro folicular na colocação do implante intravaginal.....	121
<b>Análise 58:</b> Diâmetro folicular na retirada do implante intravaginal.....	122
<b>Análise 59:</b> Área do corpo lúteo 10 dias após a ovulação.....	122
<b>Análise 60:</b> Volume do corpo lúteo 10 dias após a ovulação.....	122
<b>Análise 61:</b> Comparação do peso vivo inicial com o final das novilhas ciclando.....	122
<b>Análise 62:</b> Comparação do escore da condição corporal final das novilhas ciclando....	122
<b>Análise 63:</b> Comparação do peso vivo inicial com o final das vacas ciclando.....	122
<b>Análise 64:</b> Comparação do escore da condição corporal inicial com o final das vacas ciclando.....	123
<b>Análise 65:</b> Comparação do peso vivo inicial com o final das novilhas em anestro .....	123
<b>Análise 66:</b> Comparação do escore da condição corporal inicial com o final das novilhas em anestro.....	123
<b>Análise 67:</b> Comparação do diâmetro folicular das novilhas em anestro na colocação com a retirada do implante.....	123
<b>Análise 68:</b> Comparação do peso vivo inicial com o final das vacas em anestro.....	123
<b>Análise 69:</b> Comparação do escore da condição corporal inicial com o final das vacas em anestro.....	123
<b>Análise 70:</b> Comparação do diâmetro folicular das vacas em anestro na colocação com a retirada do implante.....	124
<b>Análise 71:</b> Comparação do peso vivo inicial com o final das novilhas ciclando.....	124
<b>Análise 72:</b> Comparação do escore da condição corporal inicial com o final das novilhas ciclando.....	124
<b>Análise 73:</b> Comparação do peso vivo inicial com o final das vacas ciclando.....	124
<b>Análise 74:</b> Comparação do escore da condição corporal inicial com o final das vacas ciclando.....	124
<b>Análise 75:</b> Comparação do peso vivo inicial das novilhas ciclando com as em anestro.	124
<b>Análise 76:</b> Comparação do peso vivo final das novilhas ciclando com as em anestro....	125
<b>Análise 77:</b> Comparação do escore da condição corporal inicial das novilhas ciclando com as em anestro.....	125
<b>Análise 78:</b> Comparação do escore da condição corporal final das novilhas ciclando com as em anestro.....	125
<b>Análise 79:</b> Comparação do peso vivo inicial das vacas ciclando com as em anestro....	125
<b>Análise 80:</b> Comparação do peso vivo final das vacas ciclando com as em anestro.....	125

<b>Análise 81:</b> Comparação do escore da condição corporal inicial das vacas ciclando com as em anestro.....	125
<b>Análise 82:</b> Comparação do escore da condição corporal final das vacas ciclando com as em anestro.....	126
<b>Análise 83:</b> Taxas de estro em novilhas tratadas com prostaglandina.....	126
<b>Análise 84:</b> Taxas de estro em vacas tratadas com prostaglandina.....	126
<b>Análise 85:</b> Taxas gestação após a aplicação da prostaglandina em novilhas.....	126
<b>Análise 86:</b> Taxas gestação após a aplicação da prostaglandina em vacas.....	126
<b>Análise 87:</b> Taxa de estro e ovulações após terapia hormonal em novilhas em anestro...	126
<b>Análise 88:</b> Taxa de estro e ovulações após terapia hormonal em vacas paridas em anestro.....	126
<b>Análise 89:</b> Taxa de gestação após aplicação da terapia hormonal ou repetição do estro em novilhas.....	127
<b>Análise 90:</b> Taxa de gestação após aplicação da terapia hormonal ou repetição do estro em vacas paridas.....	127
<b>Análise 91:</b> Comparação de idade das vacas ciclando com as em anestro.....	127
<b>Análise 92:</b> Comparação do peso vivo das vacas ciclando com as em anestro em fevereiro de 2007.....	127
<b>Análise 93:</b> Comparação do peso vivo das vacas ciclando com as em anestro em março de 2007.....	127
<b>Análise 94:</b> Comparação do peso vivo das vacas ciclando com as em anestro em abril de 2007.....	127
<b>Análise 95:</b> Comparação do peso vivo das vacas ciclando com as em anestro em maio de 2007.....	128
<b>Análise 96:</b> Comparação do peso vivo das vacas ciclando com as em anestro em junho de 2007.....	128
<b>Análise 97:</b> Comparação do peso vivo das vacas ciclando com as em anestro em julho de 2007.....	128
<b>Análise 98:</b> Comparação do peso vivo das vacas ciclando com as em anestro em agosto de 2007.....	128
<b>Análise 99:</b> Comparação do peso vivo das vacas ciclando com as em anestro em setembro de 2007.....	128
<b>Análise 100:</b> Comparação do peso vivo das vacas ciclando com as em anestro em outubro de 2007.....	128
<b>Análise 101:</b> Comparação do peso vivo das vacas ciclando com as em anestro em dezembro de 2007.....	129
<b>Análise 102:</b> Comparação do peso vivo das vacas ciclando com as em anestro em fevereiro de 2008.....	129

<b>Análise 103:</b> Comparação do intervalo da aplicação da prostaglandina ao estro nos animais ciclando e gestantes.....	129
<b>Análise 104:</b> Taxas de estro em vacas ciclando tratados com prostaglandina.....	129
<b>Análise 105:</b> Taxas de gestação em vacas tratadas com prostaglandina.....	129
<b>Análise 106:</b> Dias pós-parto em vacas ciclando.....	129
<b>Análise 107:</b> Escore da condição corporal inicial das vacas ciclando.....	130
<b>Análise 108:</b> Intervalo da aplicação da prostaglandina ao estro.....	130
<b>Análise 109:</b> Comparação do escore corporal inicial das vacas ciclando com as em anestro.....	130
<b>Análise 110:</b> Taxas de gestação em vacas ciclando após tratamento com prostaglandina, repetição do estro ou introdução do touro.....	130
<b>Análise 111:</b> Taxas de gestação em vacas paridas ciclando após tratamento com prostaglandina, repetição do estro ou introdução do touro.....	130
<b>Análise 112:</b> Taxas de gestação em vacas paridas em anestro após tratamento hormonal, repetição do estro ou introdução do touro.....	130

## RESUMO

Em cinco propriedades de diferentes regiões do estado de Minas Gerais, com diferentes manejos quanto ao emprego ou não de estação de monta, restrição da amamentação e inseminação artificial, dividiu-se os animais por categoria e atividade ovariana após avaliação ginecológica por palpação retal e ultra-sonografia. Os animais apresentando corpo lúteo foram tratados com 0,212 mg de Cloprostenol Sódico na submucosa vulvar, e posteriormente receberam segunda ou terceira dose caso não apresentassem estro quando da primeira injeção. Os animais em anestro foram submetidos ao tratamento com progesterona, durante oito dias, associado à aplicação de 1mg de benzoato e cipionato de estradiol na colocação e na retirada do dispositivo intravaginal, respectivamente. Os animais foram inseminados até 12 horas após a detecção do estro, realizada por observação visual de duas a três vezes ao dia, durante aproximadamente 30 minutos e, em alguns casos, auxiliada por rufiões equipados ou não com buçal marcador. O diagnóstico de gestação foi realizado entre 45 e 60 dias após a inseminação artificial e ao final do período experimental. O tratamento com prostaglandina F<sub>2α</sub>, tanto em novilhas quanto em vacas cíclicas, apresentou boa taxa de sincronização de estro (66,7 a 100,0%) e taxa de gestação variável (48,5 a 83,3%), sendo obtidos os melhores percentuais em novilhas. O tratamento hormonal dos animais em anestro apresentou maior variação entre as propriedades. Em novilhas, a taxa de indução do estro e ovulação variou de 80 a 92,3% e a taxa de gestação de 33,3 a 61,5%. Em vacas paridas, as taxas de estro variaram de 31,9% a 82,0% e a taxa de gestação de 4,3 a 44,0%. Para esta última categoria animal o retorno ao estro variou entre as propriedades, possivelmente devido às grandes diferenças de escore corporal e período decorrido no pós-parto. A terapia hormonal possibilitou a antecipação do estro e gestação naqueles animais capazes de responder ao protocolo, viabilizando a maior detecção de estros e a inseminação artificial em propriedades que não a utilizam rotineiramente.

Palavras-chave: inseminação artificial, terapia hormonal, ultra-som, zebu

## ABSTRACT

The experiments were conducted in five different farms located in Minas Gerais State, with particular management according to the use of breeding season, suckling restriction and artificial insemination. The animals were divided into categories (heifer, non-lactating and lactating cows) and their reproductive status were evaluated by rectal palpation and ultrasonography before trial. Cyclic cows were treated with 0,212mg prostaglandin  $F_{2\alpha}$  administered in the vulva submucosa. Prostaglandin treatment was repeated on animals not showing estrus signs. Anestrus cows were treated with 8-days intravaginal progesterone release device associated to a 1mg of estradiol benzoate and estradiol cypionate injection at the placement and withdrawal of intravaginal device, respectively. Artificial insemination was performed 12 hours after estrus detection that was monitored by twice or three times a day, during 30 min, with or without teaser bulls depending on the farm. The pregnancy was checked between days 45 to 60 after artificial insemination and at the end of the experimental period. Prostaglandin  $F_{2\alpha}$  treatment presented good synchronization rates (66.7 to 100.0%) and pregnancy rates ranged from 48.5 to 83.3%. The results for anestrus animals treatment had larger variation among farms. Estrus rate for heifers ranged from 80.0 to 92.3% and pregnancy rates from 33.3 to 61.5%. For lactating cows the estrus rate ranged from 31.9% to 82.0% and pregnancy rate from 4.3 to 44.0%. After progesterone and estradiol protocols the number of cows returning to estrus was different among farms, probably due the differences on metabolic status and body condition score. Hormone protocols can anticipate estrus and gestation during breeding season in cows that are able to respond to the treatment, and promote artificial insemination in farms that normally do not use this technique.

Key-words: artificial insemination, hormonal protocol, ultrasound, zebu

## 1. Introdução

O rebanho bovino nacional é composto principalmente por animais mestiços europeu x zebu. Tanto em rebanhos leiteiros quanto nos de corte os cruzamentos com animais taurinos buscam a produção de um animal que seja mais produtivo, precoce e que possua maior adaptabilidade às condições adversas, característica das regiões tropicais. Nestas regiões, a estacionalidade na produção de forragens constitui um fator determinante para as eficiências reprodutiva e produtiva dos animais. Sendo assim, a reprodução de rebanhos de corte geralmente ocorre em regime de estação de monta que, normalmente, coincide com a época de melhor oferta de forragens.

Desta forma, o mercado de vendas de bezerros demonstra grande ciclicidade na oferta de animais para as propriedades de recria e engorda. Por outro lado, as fazendas produtoras de cruzamentos para aptidão leiteira (*Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus*) apresentam demanda e ritmo de venda de bezerros distribuídos ao longo do ano, não sendo muitas vezes adotada estação de monta. Nesses casos, algumas estratégias devem ser implementadas visando reduzir os impactos da variação nutricional (perdas de peso e

escore corporal) e da relação materna com a cria (amamentação e presença da cria) que influenciam na duração do anestro pós-parto, principalmente naquelas matrizes que parem nos meses de seca.

Dentre as estratégias podem ser citadas a restrição para uma ou duas amamentações diárias, remoção da cria por 48 a 72 horas (*Shang*), suplementação pré e pós-parto (em alguns casos antieconômica) e a utilização de terapias hormonais. Qualquer que seja o método utilizado, seu objetivo é de induzir estro seguido de ovulação fértil, ou então induzir o retorno da atividade ovariana cíclica, em animais anteriormente em anestro.

A inseminação artificial (IA) é uma ferramenta de melhoramento genético que tem sido comumente adotada em propriedades produtoras de cruzamentos, agregando valor aos produtos vendidos. No entanto, o sucesso desta técnica é resultado da interação de diversos fatores, tais como eficiência da detecção de estro (A), fertilidade do rebanho (B), fertilidade do touro (C) e a eficiência do inseminador (D), descrito segundo a equação:  $A \times B \times C \times D = \text{taxa de gestação}$ . Assim, o fator humano mostra-se um dos grandes responsáveis pelo sucesso da inseminação artificial, uma

vez que influencia diretamente duas variáveis (A e D) da equação.

A adoção de terapias hormonais específicas para animais ciclando ou em anestro pode viabilizar, estrategicamente, a implementação da inseminação artificial em propriedades que não adotam a técnica, possibilitando sua utilização uma vez que aumenta a taxa de detecção e concentra os estros, melhorando os índices de gestação.

Este experimento teve por objetivos estudar a adoção de protocolos hormonais como estratégia para implementação ou reestruturação da inseminação artificial, em cinco propriedades distintas e, também, para verificar a associação de ferramentas de manejo, tais como a estação de monta e a restrição da amamentação, visando incrementar a eficiência reprodutiva das mesmas.

## **2. Revisão de Literatura**

### *2.1. História da Inseminação Artificial*

A inseminação artificial foi a primeira biotecnologia aplicada à reprodução animal, sendo a que promove maior ganho genético e que possui maior acessibilidade ao produtor (Vishwanth, 2003). Seu rápido desenvolvimento

estimulou diversas tecnologias como as de congelamento de sêmen, controle do ciclo estral, tecnologia de produção, colheita e transferência de embriões e clonagem. Além disso, permitiu o desenvolvimento de novas formas de se avaliar os reprodutores, representando um grande impacto na criação e controle de doenças da bovinocultura mundial (Foote, 2002).

O primeiro trabalho científico com inseminação artificial foi realizado pelo fisiologista italiano Lázaro Spallanzani, em 1780, inseminando uma cadela com sêmen *in natura* (Perry, 1968). No entanto, somente no século XIX se retomaram as pesquisas, principalmente na Europa e América, observando taxas de fecundação semelhantes às induzidas por coito natural (Perry, 1968; Diskin e Sreenan, 1980) e que vislumbraram a possibilidade de utilização de um único ejaculado para vários animais. Na Rússia, Ivanoff em 1899 realizou os primeiros ensaios com equinos, bovinos e ovinos. Em 1922, foi a primeira vez que a inseminação artificial foi utilizada de forma disseminada, inicialmente em equinos. Posteriormente, em 1937, mais de um milhão de vacas foram inseminadas artificialmente neste mesmo país (Hamilton, 1940).

Entre os anos de 1937 e 1939 a comunidade científica já se encontrava bastante atenta ao grande potencial da inseminação artificial como forma para disseminar e melhorar geneticamente as espécies, além de controlar certas desordens reprodutivas. Por outro lado, o apelo dos produtores por melhores índices de fertilidade, além da impossibilidade de escolher os melhores reprodutores, retardou o rápido avanço da técnica (Perry, 1968).

Nas Américas, o primeiro país a usufruir da inseminação artificial foi os Estados Unidos, no ano de 1938 (Perry e Bartlett, 1955, citados por Perry, 1968), quando se iniciou o programa com cerca de mil animais no estado de New Jersey. No ano seguinte, foram inseminadas entre sete e oito mil vacas (Hermann 1974), e em 1966 foram sete milhões de animais, na razão aproximada de 3.322 vacas/touro presente em centrais de coleta de sêmen. Em 1974 este número atingia 10 milhões de vacas inseminadas, correspondendo a aproximadamente 48,0% do rebanho leiteiro, e em 1992 este número atingia 75,0% do rebanho leiteiro e 5,0% do rebanho do corte (Barth, 1993).

No Brasil, a inseminação artificial teve início no ano de 1912, sendo que os primeiros trabalhos práticos foram

realizados no Rio Grande do Sul, em 1942, utilizando coelhas como modelo experimental. Em 1943, em Bagé, instalou-se o primeiro posto de inseminação em ovinos. No ano de 1964, a execução do Plano Nacional de Inseminação Artificial marcou um novo sentido à aplicação da técnica, já contando com uma tecnologia mais adequada às necessidades do país (Mies Filho, 1977). Os resultados obtidos com o Plano Nacional foram bastante expressivos, tanto que os números da utilização de inseminação artificial, baseada na estimativa de fêmeas bovinas inseminadas, cresceram de praticamente 300 mil doses em 1972, para quase 1.700.000 doses no ano de 1982 (CBRA, 1989).

O último relatório anual de vendas de sêmen emitido pela Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA, 2007) apontou a utilização de, aproximadamente, sete e meio milhões de doses de sêmen em 2007, sendo 62,0% produzidos em centrais brasileiras (ASBIA, 2007). Supondo que cada animal necessite de duas doses de sêmen para se tornar gestante, que o rebanho bovino nacional seja de 170 milhões de animais, e deste total 40,0% pertencem à categoria de fêmeas em idade de reprodução (Thibier e Wagner, 2002), verifica-se 5,0% de utilização da técnica no país. Quando

comparado com os 61,0% e 25,0% de animais inseminados artificialmente na Europa e América do Norte, respectivamente, conclui-se que ainda há grande possibilidade de se expandir o uso dessa técnica, tanto em bovinos leiteiros quanto de corte, sendo que estes últimos ainda representam minoria na utilização da inseminação artificial, e cujo incremento foi de apenas 15,0% nos últimos 10 anos (ASBIA, 2007). Paterson et al. (2006), em um estudo americano, mostraram que 39,0% dos produtores entrevistados ainda não utilizam inseminação artificial devido aos problemas de tempo e mão-de-obra, 13,0% devido ao elevado custo da técnica, 20,0% pela sua complexidade e 19,0% por outros motivos.

A utilização da inseminação apresenta como vantagens a possibilidade de exames de gestação sistemáticos, controle de doenças contagiosas e redução da endogamia. Alguns autores ainda consideram a eliminação de custos e riscos de manter o touro na propriedade (Hamilton, 1940; Webb, 2003). Estudos mais recentes encontraram menores custos/concepção quando se utiliza monta natural. No entanto, devido à possibilidade de utilizar touros mais adequados, com fertilidade e mérito genético comprovados, o produto da inseminação apresenta melhor

desempenho produtivo (Martinez et al., 2004; Alvarez, 2008; Overton e Sischo, 2008). A disseminação da inseminação artificial pode, ainda, gerar impacto na redução das vendas de touros para monta natural, e a própria utilização da técnica pode ser limitante em algumas localidades (Hamilton, 1940; Webb, 2003).

O sucesso dos programas de inseminação artificial está relacionado com uma série de fatores e, por ser uma técnica sob responsabilidade humana, está sujeita às variações e influências que podem comprometer, de diversas formas, os índices de fertilidade. No entanto, fatores relacionados à fertilidade do touro e da vaca também devem ser considerados, embora não possam ser facilmente controlados (Senger, 2003).

A possibilidade de escolha dos touros de maior fertilidade implica em melhores resultados a campo, quando se utiliza inseminação artificial. Atualmente, a fertilidade dos touros é comumente avaliada pela taxa de não retorno após a inseminação artificial ou, também, em testes empregados na predição de fertilidade que não apresentam grande repetibilidade, sendo estas avaliações consideradas mais subjetivas (Barth, 1993). Assim, Macmilan e Watson (1975), avaliando taxas de não retorno ao

estros, demonstraram que a diferença na fertilidade entre touros pode contribuir com 10 a 15,0% de variação nas taxas de concepção ao primeiro serviço (Senger, 1984).

Quanto às vacas, fatores como idade, peso vivo, maturidade sexual, escore da condição corporal, anestro e desordens pós-parto, doença ovariana cística, endometrite, nutrição, produção de leite e estresse calórico são fatores que influenciam a fertilidade à inseminação (Rutter e Randel, 1986; Short et al., 1990; Bishop et al., 1994; Hamilton et al., 1995; Diskin et al., 2003; Day et al., 2006; Vanholder et al., 2006).

Com relação aos fatores relacionados ao homem, destacam-se a eficiência na detecção de estros, horário da inseminação, manuseio do sêmen, habilidade do inseminador e oferecimento de conforto aos animais (Senger, 2003).

### *2.1.1. Eficiência e método de detecção de estros*

Seguramente, um dos grandes avanços nos programas de inseminação artificial veio acompanhado do melhor conhecimento sobre o comportamento animal (Perry, 1968). Em contrapartida, a correta identificação do estro tem sido um

dos principais fatores limitantes da eficiência reprodutiva dos rebanhos que utilizam IA (Appleyard e Cook, 1976; Senger, 1994; Marques, 2004; Galina e Orihuela, 2007).

A eficiência na detecção de estros é definida como o percentual de animais detectados pelo observador em relação ao total de animais em estro (Heersche e Nebel, 1993). Neste sentido, o grande ponto de estrangulamento de qualquer sistema de inseminação artificial é a eficiência de detecção. Perdas na detecção de estros, de 43,0% no Brasil, foram relatadas por Ferreira (1991).

Dados de 4550 fazendas americanas apresentaram média anual de detecção de estros de 38,0% (Heersche e Nebel, 1993). Diskin e Sreenan (2000) relatam variação entre 30 e 70,0% nas taxas de detecção de estros realizada por observação visual. Para rebanhos zebu cujo estro foi monitorado por radiotelemetria (Heat-Watch<sup>®</sup>) (Landaeta-Hernández et al., 2002) e observação visual (Lyimo et al., 2000; Van Eerdenburg et al., 2002), detectou-se 74,0% dos estros pelo método eletrônico e apenas 50,0% utilizando observação visual. Contudo, Rae et al. (1999) não encontraram diferenças entre estes dois métodos. Bó et al. (2003)

verificaram taxas de detecção acima de 60,0%, quando o estro foi sincronizado utilizando terapias hormonais.

Allrich (1993) verificou que usando sistema de duas observações diária do estro, apenas 18,0% dos animais são detectados aceitando monta, em ambas as observações. Selk (2002) e Senger (2002) mostraram que aproximadamente 70,0% dos animais apresentam estro nos horários entre 18:00h e 06:00 horas, ou seja, nos horários em que os animais não estão sob observação. Normalmente, a eficiência de detecção total de estros, na maioria dos rebanhos, não ultrapassa 50,0% em bovinos leiteiros (Barr, 1975), e 53 a 73,0% em gado de corte (Rorie, 2002).

Diversos fatores dificultam a observação das vacas em estro, entre eles, a realização de atividades concomitantes ao período de observação e fatores externos como a redução de atividade dos animais enquanto estão se alimentando, descansando, sendo ordenhados ou amamentando, sob estresse calórico, interações sociais, condição nutricional, ambiente físico, clima, ambiente social, interação humano-animal, manejo, idade, genética, presença da cria e do touro (Stoebel e Morberg, 1982; Randel, 1984; Allrich, 1993; Galina, 1996; Britt et al., 1997; Hansen e Aréchiga, 1999; Landaeta-Hernández et al., 2002;

Souza, 2002; Senger, 2003; Hess et al., 2005).

Diversas estratégias podem ser adotadas visando aumentar a taxa de detecção de estro, sendo que o aumento do tempo e da frequência de observação diária resultam em maiores taxas de detecção (Holmann et al., 1987). Segundo Foote (1974), nenhum método é tão eficiente quanto a visualização do animal em estro. Ainda assim, métodos auxiliares podem fornecer importantes informações: planilhas de predição estro não são muito precisas devido a variação no comprimento do ciclo estral, e só funcionam após a ocorrência e observação de um estro (Foote 1974; Allrich, 1993); detectores de monta, pintura da cauda, ampolas de tintas e sensores de monta localizados na base da cauda têm a vantagem de monitorar o estro constantemente e a apresentam boa eficiência (70 a 80,0%), mas podem apresentar elevado índice de falso positivo (10 a 15,0%), ou seja, acidentalmente podem indicar algum animal em estro quando na realidade não está (Gwazdauskas et al., 1990); pedômetros podem ser bastante eficientes quando associados à observação visual (Kiddy, 1977; Maatje et al., 1997); e alterações na condutibilidade elétrica dos fluidos vaginais também têm sido utilizados, mas não têm sido eficientes (Smith et al., 1989; Pellegrino, 2002).

A dosagem de progesterona no leite não é específica e nem deve ser utilizada como método de identificação de animais em estro, no entanto, pode fornecer informação bastante importante quanto a atividade luteal (Hoffman et al., 1976; Gwazdauskas et al., 1990). Baixas concentrações de progesterona podem significar animais em estro, iniciando ou terminando o estro, anestro pós-parto e cistos foliculares (Allrich, 1993). Nebel et al. (1987) verificaram que até 30,0% das vacas leiteiras em produção que foram inseminadas não estavam em estro pela dosagem hormonal e, nestes casos, a palpação retal poderia confirmar o estro nos animais encaminhados para inseminação, minimizando prejuízos com perdas na detecção de estro (Foote, 1974; Holmann et al., 1987; Lopez-Gatiús e Camon-Urgel, 1991).

A utilização de cães e ratos treinados para identificar odores nos fluidos vaginais têm sido descrita (Kiddy et al., 1978; Dehnhard e Claus, 1988).

Os rufiões (Foote, 1975) ou as fêmeas androgenizadas (Kiser et al., 1977; Machado et al., 1996), quando são sexualmente agressivos, apresentam as melhores taxas de detecção de estro

(Holmann et al., 1987), e quando equipados com buçal marcador aumentam em 21,0% a taxa de detecção de estro em vacas Nelore (Marques, 2004).

Os diversos autores concordam que a associação da observação visual com os diferentes métodos auxiliares aumenta a taxa de detecção de estro nos rebanhos, reduzindo perdas e erros na detecção de estro.

#### *2.1.2. Momento da inseminação artificial*

A definição do melhor horário para a inseminação artificial ainda é controversa. Os primeiros estudos foram realizados por Trimberger (1948), obtendo o maior índice de gestação nas vacas que foram inseminadas 13 a 18 horas antes da ovulação. Assim, foi instituído o protocolo mais utilizado e que consiste em se inseminar no período da tarde, aqueles animais que foram detectados em estro pela manhã, e quando identificado em estro no período da tarde o animal será inseminado na manhã do dia seguinte.

Ao contrário de outras espécies domésticas, a ovulação nos bovinos ocorre 20 a 40 horas após o início do estro (Villacorta, 1960). Borges (2001), trabalhando com vacas das raças Gir e

Nelore, verificou a ocorrência da ovulação, em média, 23 horas após o início do estro. Van Eerdenburg et al. (2002) verificaram que a ovulação em vacas leiteiras norte americanas ocorrem em até 60 horas após o início do estro, sendo influenciada pela intensidade do comportamento sexual, que possui correlação com a concentração plasmática de estrógeno (Lyimo et al., 1999).

Avaliando as concentrações do hormônio luteinizante (LH) e a ovulação, Schams et al. (1977) demonstraram que a inseminação realizada 12 horas após a detecção de estro coincidiu com o período de 20 horas antes da ovulação. Outro estudo realizado com 2091 inseminações em vacas de corte avaliou o intervalo da detecção de estro à inseminação artificial, a cada duas horas, e verificou-se maior taxa de gestação nos animais inseminados entre 16 e 25 horas após a detecção do estro (Robbins et al., 1978, citado por Barth, 1993).

Novilhas, por apresentarem menor diâmetro e período de dominância folicular e maior concentração de estrógeno durante o estro, pode resultar em ciclos estrais de menor duração e ovulação mais precoce em relação às vacas (Wolfenson et al., 2004). Laste et al. (1971) verificaram maiores taxas de gestação quando novilhas foram

inseminados entre duas e seis horas após o início do estro.

MacMillan e Watson (1975) realizaram, na Nova Zelândia, mais de 6000 inseminações artificiais com sêmen resfriado visando determinar a influência da fase do estro (proestro, início, meio e final) sobre a taxa de não retorno entre os 18 e 49 dias, não obtendo diferença significativa para inseminações realizadas em qualquer uma destas fases.

No Brasil, Fonseca et al. (1981) trabalharam com 7941 inseminações em vacas zebu, em duas estações de reprodução, e obtiveram menores taxas de fertilidade para inseminações realizadas mais precocemente (entre 8 e 10 horas após detecção do estro), enquanto inseminações mais tardias, entre 12 e 14 horas após a detecção do estro, apresentaram melhores resultados. Ao contrário, Passos et al. (1985) não observaram diferença nas taxas de gestação de vacas ou novilhas zebu, quando as inseminações foram realizadas 12 ou 24 horas após a detecção do estro.

Baseando-se nos diversos estudos, os autores parecem estar de acordo que a partir de 12 horas da detecção do estro seria o melhor momento para a realização da

inseminação artificial para obter boa fertilidade.

### 2.1.3. *Manuseio do sêmen*

Nos últimos anos, muitas pesquisas têm sido desenvolvidas em tecnologia de criopreservação do sêmen e padrões de qualidade, para que a inseminação artificial seja bem sucedida. No entanto, o seu manuseio incorreto tem sido apontado como uma das maiores causas na redução da fertilidade relacionada à inseminação artificial (Barth, 1993). Contudo, o maior problema ainda é de inseminadores mal treinados ou até mesmo aqueles considerados experientes que, ao longo do tempo, desenvolvem maus hábitos ou que se despreocupam com o manuseio correto do sêmen.

A temperatura ideal para preservação do sêmen é abaixo de  $-130^{\circ}\text{C}$  (Meryman, 1956). A perda da qualidade do sêmen ocorre principalmente devido ao fenômeno de recristalização, resultando em injúrias às estruturas celulares, e que ocorre quando o sêmen é exposto a temperaturas acima de  $-130^{\circ}\text{C}$ . Também, ocorre por danos relacionados ao aumento relativo da concentração osmolar do diluidor (efeito solução) que ocorre em temperaturas acima de  $-80^{\circ}\text{C}$ , quando o sêmen está sendo

congelado ou descongelado (Meryman, 1956, citado por Barth, 1993).

A forma de armazenamento do sêmen em palhetas de 0,25 e 0,5 ml também constitui um fator de risco. Devido à sua relativa grande área de exposição e o baixo volume, as palhetas trocam rapidamente o calor e estão sujeitas à acentuada variação de temperatura, atingindo, entre 10 e 15 segundos, a temperatura crítica de recristalização quando expostas à temperatura ambiente (Berndtson et al., 1976, citado por Barth 1993). O mesmo processo pode ocorrer quando as palhetas são elevadas ao gargalo do botijão criogênico, principalmente quando o nível de nitrogênio é incapaz de preencher os gobletes (Barth, 1993), o que torna de extrema importância a manutenção constante do volume do nitrogênio líquido do botijão.

Além da conservação do sêmen no botijão, a descongelação do sêmen deve seguir todos os procedimentos corretos para evitar o comprometimento celular. Robbins et al. (1976) descongelaram palhetas de 0,5 ml de sêmen às temperaturas de  $5^{\circ}\text{C}$  por dois minutos,  $20^{\circ}\text{C}$  por um minuto,  $35^{\circ}\text{C}$  por 30 segundos,  $50^{\circ}\text{C}$  por 15 segundos e  $65^{\circ}\text{C}$  por 7 segundos. Os melhores resultados, quanto a viabilidade e

fertilidade, foram obtidos para a descongelação em temperatura de 65°C por 7 segundos. Pessoa (2001) e Murta (2002) descongelaram sêmen a 35°C por 30 segundos, 70°C por 7 segundos ou diretamente na vagina da vaca, no momento da inseminação, e não verificaram diferença na taxa de gestação de animais que tiveram ou não o estro sincronizando, respectivamente.

No campo, recomenda-se a utilização da temperatura de 35°C por 30 segundos, uma vez que temperaturas mais altas e descuidos na duração da descongelação podem desnaturar proteínas e comprometer a viabilidade do sêmen (Pessoa, 2001).

Outro importante fator a ser considerado é o correto manejo do botijão de sêmen. Seguir as recomendações corretas de manutenção do nível de nitrogênio no botijão, sempre na altura adequada, permite a conservação por longos períodos, sem prejudicar a viabilidade do sêmen a ser usado na inseminação artificial (Barth, 1993; Senger, 2003).

#### *2.1.4. Habilidade do inseminador*

A experiência do inseminador e a destreza com que a inseminação é realizada possuem grande influência na fertilidade do rebanho (Senger et al., 1981). A passagem

da pipeta pelo lúmen cervical e a determinação do local de deposição do sêmen são passos importantes a serem cumpridos e têm se mostrado uma das maiores dificuldades associadas à realização da inseminação (King e Macpherson, 1965), o que resulta na grande variação entre inseminadores quanto aos índices de gestação à primeira inseminação (Barth, 1993). Um estudo realizado por Peters et al. (1984) avaliou radiograficamente a capacidade de vários inseminadores experientes em depositar uma solução radiopaca no corpo do útero. Os resultados deste trabalho mostraram que apenas 39,0% das tentativas estavam localizadas no local desejado. Por outro lado, 25,0% estavam localizadas na cervix e 36,0% no lúmen de um dos cornos uterinos, ou seja, 61,0% das tentativas estavam localizadas fora do local indicado.

Treinamentos e cursos de reciclagem periódicos para os inseminadores podem mantê-los atualizados e atentos quanto a importância de se executar corretamente a técnica da inseminação artificial (Senger, 2003). Assim, King e Macpherson (1965), desenvolvendo treinamento para inseminadores, mostraram grande avanço na acurácia, de 24,0% para 67,0%, em localizar o corpo do útero, o que resultou em aumento de 8,0% na taxa de não

retorno. Além disso, os autores ressaltam a importância da capacitação dos recursos humanos, além do treinamento ser uma excelente forma de supervisão da mão-de-obra (King e Macpherson, 1965).

## 2.2. Criopreservação do sêmen

O desenvolvimento da técnica de congelamento de sêmen possibilitou seu armazenamento por longos períodos, colaborando, assim, com o aumento do uso da inseminação artificial a campo (Perry, 1968). A possibilidade de estocar o sêmen permitiu o aumento da frequência de utilização dos melhores touros, que podem produzir até 60.000 doses ao ano em centrais de coletas, criando a possibilidade de aumentar rapidamente o ganho genético dos rebanhos (Barth, 1993; Cury, 2000).

Nos primórdios da inseminação artificial, o sêmen era conservado no estado líquido à temperatura ambiente ou corporal (Vishwanath e Shannon, 2000). A primeira constatação do efeito do frio na preservação das células espermáticas foi realizada por Lázaro Spalanzani no ano de 1776, quando demonstrou que as baixas temperaturas não matavam os espermatozoides, mas os mantinham em estado de letargia reversível quando reaquecidos.

Embora não tenham sido os pioneiros, Polge, Smith e Parks (1949) e Smith e Polge (1950) foram de grande importância para a técnica de congelamento de sêmen devido ao fato de terem desenvolvido a metodologia (Polge et al., 1949). Assim, ao introduzirem os principais agentes crioprotetores, a gema de ovo e o glicerol, ao diluidor de sêmen (Lovelock e Polge, 1954), possibilitou a manutenção do sêmen congelado por várias semanas, quando estocado em álcool e gelo seco a  $-79^{\circ}\text{C}$  negativos (Polge et al., 1949; Polge e Smith, 1950; Polge e Lovelock, 1954). Alquist (1949) reportou a adição de antibiótico ao sêmen, sendo essa uma das grandes contribuições para o aumento, em até 10,0%, da fertilidade após a inseminação artificial (Perry, 1968; De Jarnette et al., 2004). Stewart, em 1951, comunicou o nascimento do primeiro bezerro nascido de inseminação artificial utilizando sêmen congelado seguindo a metodologia de crioproteção proposta por Polge et al. (1949).

Pode-se dizer que o Brasil é um dos países pioneiros na congelamento de sêmen. Em 1953, Christopher Polge veio ao Brasil e realizou uma série de demonstrações. Na ocasião também foi instalado o primeiro banco de sêmen congelado ( $-79^{\circ}\text{C}$ ) da América do Sul. Em 1954 foram publicados

os primeiros trabalhos com sêmen bovino congelado (Mies Filho et al., 1954, citado por Mies Filho, 1977) e também realizada a primeira importação de sêmen bovino, proveniente da Inglaterra, visando sua aplicação experimental; e em 1955 foi realizada a primeira exportação de sêmen de touros zebu proveniente da estação experimental de Uberaba, MG, para o Paraguai (Mies Filho, 1977).

Anos depois, o processo de conservação e congelação do sêmen sofreu grandes alterações que viabilizaram ainda mais a sua utilização: a substituição do gelo seco (-79°C) pelo nitrogênio líquido (-196°C); a construção de reservatórios eficientes em manter as baixas temperaturas que serviram de base para a indústria da criopreservação (King e Macpherson, 1965; Foote, 2002); a utilização de palhetas de 0,5 e 0,25 ml, introduzidas na Dinamarca em 1940, permitiu sua utilização como recipientes para sêmen, principalmente após a automatização do envase, bem como pelos diversos estudos que apontaram maior fertilidade e viabilidade das células espermáticas após o descongelamento (Pickett e Berndtson, 1974; Mortimer et al., 1976; Graham e Mocé, 2005).

Na década de 70 o Brasil realizou cerca de 62 mil inseminações artificiais,

sendo 86,0% com sêmen congelado (75,0% em ampolas, 20,0% em pellets e 5,0% em palhetas), enquanto na Europa predominava a utilização do sêmen em palhetas (Mies Filho, 1974).

Em 1982 foram produzidas em torno de 1,5 milhões de doses, mantendo um saldo de 3,6 milhões de doses armazenadas em bancos de sêmen. O sêmen importado de 1970 a 1980 foi de cerca de 3 milhões de doses, sendo 70,0% proveniente dos Estados Unidos e a maior exportação nacional, no mesmo período, ocorreu em 1979 com cerca de 20 mil doses (Duarte, 1983, CBRA).

Atualmente, todo o sêmen comercializado para inseminação de bovinos no Brasil é congelado (Thibier e Wagner, 2002). No ano de 2007 foram utilizadas cerca de 8 milhões de doses de sêmen congeladas, apresentando redução da inseminação em bovinos leiteiros e aumento das inseminações em rebanhos de corte, no período de 1988 a 2007 (ASBIA, 2007).

Do total de doses utilizadas, 62,0% são produzidas no país onde se destaca o sêmen zebuino, enquanto o sêmen taurino ainda é, em sua maioria, de origem importada. Destaca-se na produção nacional o sêmen das raças Gir leiteiro e Nelore que

representam 50,0% do total de sêmen nacional utilizado em rebanhos leiteiros e de corte, respectivamente (ASBIA, 2007).

Embora a criopreservação seja reconhecida como uma forma de preservação do sêmen, aproximadamente 40 a 50,0% das células espermáticas morrem ao longo das etapas do processo de congelamento, após sofrerem injúrias ou alterações que podem comprometer o processo de fecundação após a descongelamento (Pickett e Berndtson, 1974; Watson, 1995; Thomas et al., 1998; Watson, 2000).

Variações individuais são verificadas na congelabilidade do sêmen de touros (Vishwanath e Shannon, 2005) e, por isso, alguns testes podem ser empregados visando avaliar a capacidade de resistência do sêmen. Além das análises microscópicas tradicionais, os primeiros testes para prever a qualidade e o valor fecundante do sêmen foram introduzidos por Dimitropoulos em 1962, citado por Mies Filho (1982), baseando-se na resistência ao estresse térmico. Atualmente, outros testes são utilizados, tais como a avaliação da integridade celular, da membrana, da mitocôndria e do acrossoma, além dos testes de capacitação espermática, de ligação e/ou penetração em oócitos ou zona pelúcida,

dentre outros, que utilizam avaliação visual ou computadorizada (Graham e Moce, 2005).

Os autores têm demonstrado que os métodos de avaliação são muito mais sensíveis em prever a qualidade do que a fertilidade do sêmen. No entanto, estes se mostram bastante eficientes em reprovar amostras de baixa qualidade (Foote, 2003; Dejarnette et al., 2004; Graham e Mocé, 2005; Emerick 2007). De forma geral, a diferença de fertilidade entre touros parece estar bastante relacionada, dentre outros fatores, com a concentração espermática inseminante e a longevidade dos espermatozoides após a descongelamento (Pickett e Berndtson, 1974; Curry, 2000; Watson 2000; Dejarnette et al., 2004). Touros que possuem sêmen com maior percentual de defeitos espermáticos compensatórios podem melhorar a taxa de gestação, ao se aumentar a concentração espermática na dose inseminante. Também, touros com sêmen de boa qualidade mantêm elevados índices, mesmo com menores concentrações espermáticas (Parkinson e Whitfield, 1987; Dejarnette et al., 2004). Assim, a responsabilidade das coletas, envase, congelamento e controle de qualidade está a total cargo da indústria da criopreservação (Dejarnette et al., 2004).

Mesmo com os padrões estabelecidos para a congelamento de sêmen (Fonseca et al., 1991), a seleção dos touros nem sempre está associada com seu potencial de congelabilidade (Curry, 2000), podendo aqueles touros com maior demanda no mercado ou os de menor fertilidade apresentarem variações nas taxas de não retorno à inseminação artificial. Pecsok et al. (1994) concluíram que a variação de um ponto percentual na taxa de não retorno, após inseminação artificial usando diferentes touros, representa impacto econômico considerável para a propriedade, principalmente devido ao aumento do número de dias em aberto.

A tecnologia de sexagem de espermatozoides avançou principalmente com os estudos de Johnson et al. (1989), em coelhos, separando-se os espermatozoides pela sua quantidade de DNA, e esta tecnologia apresentou índices acima de 81,0% e 90,0% de produtos machos e fêmeas, respectivamente. Diversos procedimentos para sexar espermatozoides já foram propostos, mas o método que apresenta melhor custo:benefício e rapidez é a citometria de fluxo (Cerchiar et al., 2007). Posteriormente, devido ao aumento da eficiência no processo de separação das células, o sêmen sexado passou a estar disponível comercialmente para insemina-

ção artificial a partir de 2003 (Garner e Seidel, 2008).

A aplicação do sêmen sexado tem sido impulsionada principalmente pela possibilidade de diminuir o sexo indesejável, além de se escolher o sexo das reposições ao inseminar as melhores matrizes do rebanho, tanto leiteiros quanto de corte (Hohenboken, 1999; Seidel e Garner, 2002; Garner, 2006). O maior custo do sêmen sexado e sua menor fertilidade têm dificultado sua difusão a ponto de manter um programa de inseminação com este tipo de sêmen (Weigel, 2004; Garner e Seidel, 2008).

A menor fertilidade com o sêmen sexado está provavelmente relacionada com os danos de membrana provocados pelos processos de sexagem e de congelamento (Schenk et al., 1999; Seidel et al., 1999; Garner, 2006), bem como pela redução, em até 10 vezes, na concentração espermática da dose inseminante, quando comparada ao sêmen convencional (Seidel et al., 1999; Weigel, 2004; Garner, 2005).

Diversos experimentos foram realizados para testar a eficiência do sêmen à campo. Seidel et al. (1999) utilizaram sêmen sexado, resfriado e congelado, e obtiveram menores taxas de gestação, quando comparado ao sêmen convencional

congelado. Quando reduziram a concentração do sêmen convencional ou utilizaram a mesma dose inseminante ( $2 \times 10^6$  espermatozoides), passaram a não observar diferença estatística na taxa de gestação de novilhas e vacas no pós-parto (Bodmer et al., 2005), ou em novilhas inseminadas no ápice do corno uterino com  $3 \times 10^5$  espermatozoides (Seidel et al., 1999).

Outros autores inseminaram novilhas em dois diferentes locais, corpo e ápice do corno uterino, utilizando-se diferentes concentrações do sêmen sexado e obtiveram melhores resultados ao inseminarem no ápice do corno uterino usando  $1,5 \times 10^6$  espermatozoides (Seidel et al., 1999), ou dobrando a concentração ( $3 \times 10^6$  espermatozoides) (Seidel e Schenk, 2008), o que indica a possibilidade para aumentar a fertilidade utilizando sêmen sexado.

No Brasil, Baruselli et al. (2007) sincronizaram e inseminaram, em tempo fixo, vacas da raça Nelore (média de 45 dias pós-parto), e obtiveram taxa de gestação variando de 37 a 46,0% com sêmen sexado, em função do tempo da retirada do implante de progesterona. A taxa de gestação nos diversos estudos está entre 33 a 72,0%, cujas variações entre rebanhos mostram que além de variações individuais para os touros (Bormer, 2005;

Cerchiaro et al., 2007), a melhoria do manejo na propriedade é um fator importante para o sucesso desta tecnologia (Garner e Seidel, 2008).

### *2.3. Os Hormônios e suas aplicações na sincronização de estros em bovinos*

A primeira notificação bem sucedida da sincronização do estro em bovinos foi realizada por Christian e Casida em 1948. Posteriormente, diversas pesquisas foram desenvolvidas buscando entender melhor a fisiologia animal, o desenvolvimento de associações hormonais para sincronizar o estro e/ou a ovulação, bem como de produtos comerciais para serem utilizados nos protocolos hormonais (Murugavel, 2003).

A terapia hormonal em bovinos baseia-se principalmente no controle da função do corpo lúteo (Hansel e Convey, 1983) e pode ser realizada de forma a induzir o estro e a ovulação. A primeira forma foi por muito tempo utilizada, e consistiu na administração prolongada de progesterona ou progestógenos exógenos. A luteólise ocorria espontaneamente durante o período de administração, e a sincronização do estro ocorria entre um a oito dias após o término do tratamento. A segunda maneira seria administrando um agente luteolítico,

que reduz a duração da fase luteal, sincronizando estros e ovulações entre 48 a 120 h após a luteólise (Murugavel, 2003).

Os protocolos ou terapias hormonais, hoje em dia utilizados, variam grandemente nas associações hormonais, sendo que alguns hormônios funcionam apenas como agentes luteolíticos, enquanto outros apresentam eficiência no controle das ondas foliculares e na indução da ovulação (Odde, 1990).

A utilização das terapias hormonais, quando eficiente, permite a sincronização de estro e aumenta a taxa de detecção de estro e de vacas inseminadas, resultando em menor período de serviço e intervalo de partos, possibilitando reduzir a estação de monta e a obtenção de produtos mais uniformes (Fricke, 2002; Johnson, 2005; Larson et al., 2006).

### *2.3.1. Hormônios utilizados na sincronização de estros em bovinos*

#### *2.3.1.1 Progesterona*

O ginecologista alemão Ludwig Fraenkel, estudando a gestação em coelhas, percebeu que a remoção do corpo lúteo do ovário impedia o estabelecimento da gestação. Em vacas, estudos posteriores demonstraram que a remoção do corpo

lúteo era seguida de estro após alguns dias (Hammond, 1927). O termo progesterona foi criado por Corner e Allen em 1929, no mesmo ano em que foi pela primeira vez isolada na sua forma cristalizada e, então, sintetizada a partir da conversão de extratos de soja na substância ativa (Corner e Allen, 1929, citados por Haterius, 1937).

A progesterona apresenta diversos análogos sintéticos, chamados de progestógenos: 6-metil-17-acetoxi-progesterona (MAP), 6-cloro-6-dehidro-17-acetoxiprogesterona (CAP), acetofenidihidroxi-progesterona (DHPA), acetato de melengestrol (MGA) e o norgestomet (NG). Diversas vias de administração foram testadas e demonstraram serem eficientes na sincronização do estro: via oral (Randel et al., 1972), subcutânea na região do pescoço (Dziuk et al., 1966) e implantes intravaginais (esponjas impregnadas com progesterona) (Carrick e Shelton, 1967). Os implantes mantidos por um curto período, associados ao estrógeno, foram administrados utilizando-se implantes subcutâneos no pavilhão auditivo, por nove dias (Wiltbank e Gonzalles-Padilla, 1975), ou implantes intravaginais de progesterona tais como PRID<sup>®</sup> (Progesterone Release Intravaginal Device) e CIDR<sup>®</sup> (Controlled Intravaginal Drug Release) (MacMillan e Peterson, 1993).

### 2.3.1.2. Estrógeno

O estradiol foi primeiramente isolado e sintetizado por Allen e Doisy (1923, 1924) e apresenta diversos análogos: alguns de seus derivados sofrem apenas alguma variação estrutural e outros são inteiramente sintéticos tal como o dietilestilbestrol (Tepperman, 1973). Os principais estrógenos utilizados na sincronização do estro em bovinos são: o benzoato de estradiol (BE) que é capaz de mimetizar o efeito do estradiol, por apresentar meia vida bastante semelhante; cipionato de estradiol (CE) é conhecido comercialmente como ECP<sup>®</sup> e apresenta ação mais prolongada que o BE; e valerato de estradiol (VA) que é o análogo com ação mais prolongada (Stevenson, 2003).

A administração de estrógeno pode atuar como agente luteolítico, modulando os receptores de ocitocina e permitindo a contração do útero e a liberação de prostaglandina (Koff, 2003), quando administrado no início do ciclo estral (Wiltbank e Kasson, 1968) ou durante a fase luteal (Salfen et al., 1999), bem como pode induzir o pico pré-ovulatório do hormônio luteinizante (LH) (Lammoglia et al., 1998) ou induzir a atresia folicular (Hutz et al., 1988, citado por Murugavel, 2003).

Posteriormente, o estrógeno foi introduzido nos protocolos de sincronização de estros de curta exposição à progesterona com o intuito de aumentar o “feedback” negativo às gonadotropinas, permitindo melhor sincronização da onda folicular (Yavas e Walton, 2000; Barros et al., 2004). Nestes protocolos, os animais sincronizados apresentam fertilidade normal (Wiltbank e Kasson, 1968).

### 2.3.1.3. Gonadotropina Coriônica Humana (hCG)

Em 1927, cientistas alemães descobriram a hCG utilizando o método de bioensaio obtido da urina de mulheres gestantes (Ascheim e Zondek, 1927, citados por Murugavel, 2003). A hCG pode ser detectada, pelo método de radioimunoensaio, na urina de mulheres a partir do oitavo dia após a concepção, e parece estar relacionada com o prolongamento da vida do corpo lúteo e com a manutenção da gestação (Norman, 1997). A gonadotropina coriônica humana é uma glicoproteína formada por duas subunidades (alfa e beta) e que apresenta função predominantemente de LH. Assim, em

protocolos de sincronização de estro, a hCG tem sido utilizada no período pré-ovulatório para assegurar boa sincronia da ovulação, possibilitando aumentar a taxa de gestação (Schmitt, 1996). Quando administrada em vacas leiteiras ciclando regularmente pode induzir a ovulação e formação de um corpo lúteo funcional (Sianangama e Rajamahendran, 1996).

#### 2.3.1.3. *Gonadotropina Coriônica Equina (eCG)*

A eCG é uma glicoproteína secretada pelos cálices endometriais da égua a partir do 38º dia de gestação (Rinderknecht et al., 1939; Allen, 1969; Allen et al., 2002).

A eCG apresenta, assim como a hCG, duas cadeias (alfa e beta) e sua função é principalmente tipo FSH (Rinderknecht et al., 1939). Por isso, tem sido utilizada em protocolos de sincronização de estro utilizando progesterona, com o intuito de estimular o desenvolvimento folicular (Kastelic et al., 1999).

#### 2.3.1.4. *Prostaglandina F2alfa (PGF<sub>2α</sub>)*

As prostaglandinas (PG), assim como os leucotrienos e toboxanos, são moléculas derivadas dos ácidos araquidônico e linoléico (Weems, 2005). As ciclo-oxigenases convertem o ácido araquidônico em PGG<sub>2</sub> e PGH<sub>2</sub>, e então, pela ação de sintases e redutases, são convertidas em prostaglandinas específicas.

Em 1937, Von Euler descobriu que extratos de plasma seminal de carneiros eram capazes de estimular contrações de músculos lisos. Ele nomeou esses lipídios ácidos de “prostaglandinas”, porque acreditava serem proveniente da próstata (Lauderdale, 2002).

Em vacas e ovelhas, a PGF<sub>2α</sub> é produzida e secretada pelo endométrio e, então, carregada localmente pela circulação ipsilateral ao útero, até o ovário, para que ocorra a luteólise (Miyamoto et al., 2005).

A PGF<sub>2α</sub> é mais utilizada em pesquisas e na prática veterinária. Sua ação luteolítica foi estabelecida em ovelhas por Barrett et al. (1971) e, em bovinos, é a principal luteolisina (Miyamoto et al., 2005). Sua ação conjunta com o óxido nítrico (NO), endotelina-1 e angiotensina-II estão envolvidas na redução do fluxo sanguíneo, promovendo hipóxia e consequente degeneração das células do

corpo lúteo (Acosta e Miyamoto et al., 2004). Por isso, a utilização da PGF<sub>2α</sub> e seus análogos sintéticos, na sincronização do estro fêmeas bovinas, visa a redução da duração da fase luteal.

#### *2.1.3.5. Hormônio Liberador de Gonadotropinas (GnRH)*

O GnRH é um decapeptídeo sintetizado por neurônios hipotalâmicos e armazenado em pequenos grânulos (Bener, 1998). Em condições normais, sua liberação está sob a influência de diversos interneurônios (dopaminérgicos, gabaminérgicos, noradrenérgicos, Neuropeptídeo Y, neurônios opióides, dentre outros) localizados nos centros cerebrais superiores, bem como hormônios produzidos tanto pelas gônadas quanto hormônios provenientes do eixo somatotrópico (Amstalden et al., 2003).

O efeito do GnRH ocorre devido ao aumento na secreção de LH (Britt et al., 1974) e FSH (Foster et al., 1980) pela hipófise. A capacidade de induzir a ovulação de folículos ovarianos foi demonstrada em vacas paridas após administração de GnRH (Britt et al., 1974). Da mesma forma, agonistas de GnRH induzem a ovulação ou a luteinização do

folículo dominante presente no momento do tratamento (Barros, 2004).

Análogos do GnRH foram desenvolvidos e se mostram ainda mais potentes que o GnRH natural (Thatcher et al., 1993). Tanto o acetato de buserelina como diacetato de gonadorelina são utilizados na sincronização de ondas foliculares e na seleção de folículos dominantes, em qualquer momento do ciclo estral e, também, para a sincronização da ovulação em protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) (Twagiramungu et al., 1995; Vasconcelos, 1999).

#### *2.3.2. Desenvolvimento dos métodos para sincronizar os estros e as ovulações em bovinos*

Para ser eficiente, um bom protocolo de sincronização deve induzir um estro fértil na grande maioria dos animais tratados (Odde, 1990), estando eles ciclando regularmente ou em anestro (Wiltbank e Gonzalez-Padilla, 1975). A aplicação eficiente dessas terapias permitiria, então, a maior sincronização, elevando a taxa de animais observados em estro e, conseqüentemente, a eficiência

quando se utiliza inseminação artificial (Federico et al., 1987; Bó et al., 2003).

Embora os protocolos de sincronização de estro estejam em evidência, as pesquisas nesta área datam de 1950. Antigamente, a sincronização era baseada no controle da atividade do corpo lúteo, com prolongamento (Hansel e Convey, 1983) ou encurtamento (Wiltbank e Kasson, 1968) da fase luteal. Posteriormente, o uso do GnRH e de seus análogos, além da hCG e estrógeno, permitiram evolução na manipulação das ondas foliculares sincronizando o estro e a ovulação com maior precisão (Bao e Garverick, 1998; Riveira et al., 1998).

A progesterona foi o primeiro hormônio utilizado no controle do estro de bovinos e a administração de progesterona (Christian e Casida, 1948) e progestógenos (Zimbelman and Smith, 1966) exógenos mostraram-se eficientes em inibir a ocorrência da ovulação, durante o período de tratamento, possibilitando a sincronização dos estros. Desses, o MGA foi possivelmente um dos análogos de progesterona mais utilizados, principalmente em bovinos de corte, devido sua praticidade de administração por via oral (Hansel, 1961; Hansel et al., 1961; Zimbelman et al., 1970; Hill et al., 1971;

Wiltbank e Gonzalez-Padilla, 1975; Kojima et al., 2000). Devido ao período prolongado (20 dias) de tratamento proposto antigamente, autores verificaram que a fertilidade era bastante baixa (Wiltbank e Kasson, 1968), devido a mecanismos ainda não completamente elucidados (Odde, 1990). Acredita-se que haja interferência no crescimento e aumento na atresia folicular (Lamond et al., 1971), além de ocorrer o desenvolvimento de um folículo dominante envelhecido cujo ovócito, ao ser fecundado, resultará em um embrião com reduzida capacidade de desenvolvimento e, além disso, o mesmo folículo dará origem a um corpo lúteo de má qualidade (Xu e Burton, 2000)

Assim, Wiltbank (1968) associou o efeito luteolítico do estrógeno, quando administrado no início do ciclo estral (Wiltbank e Kasson, 1968; Gonzalles-Padilla, 1975), com um curto período de tratamento (9-14 dias) de MGA, verificando boa sincronização de vacas e o aumento da fertilidade, quando comparado aos longos períodos de tratamento. Este protocolo foi a base para os produtos comerciais SYNCHRO-MATE B<sup>®</sup> e EAZI-BREED<sup>™</sup> CIDR<sup>®</sup>, que utilizam implantes auriculares ou intravaginais, respectivamente, em substituição ao MGA (Beal, 1994).

Com o descobrimento da  $\text{PGF}_{2\alpha}$  (Lauderdale et al., 1972) foi possível controlar com maior eficiência a duração da fase luteal, uma vez que o corpo lúteo regride rapidamente após a administração de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  (Acosta e Miyamoto et al., 2004).

A sincronização com prostaglandina é um dos protocolos mais baratos e que induz estro com fertilidade comparada ao natural. No entanto, além de ser ineficiente para os animais em anestro (Stevenson e Pursley, 1994), cerca de 10 a 30,0% dos animais ciclando não respondem ao tratamento após aplicação de dose única de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ . Isto se deve porque o corpo lúteo formado até cinco dias após a ovulação ainda é refratário à ação da  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , sendo necessárias duas doses intervaladas de 11 a 14 dias para obtenção de maiores taxas de sincronização (Lucy et al., 1986).

A expressão do estro ocorre num tempo proporcional ao diâmetro do maior folículo presente no momento da luteólise, variando normalmente entre três a cinco dias após a aplicação (Ferguson e Galligan, 1993; Martinez et al., 2004). Kastelic et al. (1990) mostraram que a aplicação de  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , entre os dias cinco e oito do ciclo estral, é seguida da ovulação do folículo dominante da primeira onda, no período de dois a três dias. Todavia, a aplicação após o

dia 12 leva à ovulação do folículo dominante da segunda onda em aproximadamente cinco dias, o que pode explicar a grande variação no intervalo do tratamento ao estro, quando animais são tratados com  $\text{PGF}_{2\alpha}$  em dias aleatórios do ciclo estral. Castilho et al. (1977) aplicaram  $\text{PGF}_{2\alpha}$  no corno uterino ipsilateral ao corpo lúteo, obtendo 33,0% de sincronização em 72 horas. Borges (2001) encontrou médias no intervalo da aplicação da  $\text{PGF}_{2\alpha}$  ao estro e estro-ovulação de, respectivamente,  $88,7 \pm 26\text{h}$  e  $113,1 \pm 30,2\text{h}$  em vacas da raça Nelore, e de  $91,6 \pm 28,0\text{h}$  e  $119,5 \pm 31,9\text{h}$  em vacas da raça Gir.

A sincronização com duas aplicações foi demonstrada por Alves et al. (2003) que observaram menor variação no intervalo da aplicação da segunda dose ao início do estro, sendo de  $64,68 \pm 2,41\text{h}$  e  $73,47 \pm 3,45\text{h}$  nas raças Guzerá e Gir, respectivamente, sincronizando aproximadamente 100,0% dos animais em até 96 horas do tratamento. Gioso et al. (2005) avaliaram o efeito da aplicação na submucosa vulvar de metade da dose recomendada de prostaglandina  $\text{F}_{2\alpha}$  (0,265mg) e não observam diferença na taxa de sincronização (71,1 vs. 64,6%) e no intervalo da aplicação  $\text{PGF}_{2\alpha}$  ao estro ( $63,3 \pm 15,2$  vs.  $68,3 \pm 16,9$ ) entre os grupos

tratados na submucosa vulvar ou intramuscular, respectivamente.

Diversos autores mostraram que os índices de fertilidade, após sincronização com  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , são similares para vacas e novilhas de corte e leiteiras, quando comparados com aquelas inseminadas artificialmente após a observação do estro natural (Wenzel, 1991; Lauderdale et al., 2002). No entanto, menor fertilidade foi verificada em animais inseminados em tempo fixo em comparação com inseminação convencional, após a sincronização com uma ou duas aplicações de prostaglandina (Archibald et al., 1992; Stevenson et al., 1997).

As associações de progesterona/progestógenos, via oral ou implantes, por sete a nove dias, associados a uma única dose de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  (Zimbelman, 1970; Lucy et al., 1986) apresentam melhores resultados de sincronização em novilhas leiteiras e de corte (Patterson et al., 2002; Ambrose et al., 2004) e, quando associados ao estrógeno, permitem melhor sincronização da onda folicular e indução da ovulação em taurinos (Pfeifer et al., 2005) e zebuínos (Barros et al., 2000).

O uso do GnRH possibilita a manipulação das ondas foliculares e a

sincronização da ovulação (Twagiramungu et al., 1995; Bao e Garverick, 1998). Em associação com tratamento de curta duração (sete a nove dias) com progesterona/progestógeno, o protocolo GnRH- $\text{PGF}_{2\alpha}$ -GnRH apresentou maior taxa de sincronização, ovulação e gestação, devido a ação do implante em suprimir a ovulação e o estro durante o período de tratamento, nos casos de luteólise precoce (Moreira et al., 1999; Xu e Burton, 2000; Mialot et al., 2003; Larson et al., 2006).

O anestro é a maior causa de infertilidade no pós-parto (Short et al., 1990). Em bovinos de corte, esta condição é influenciada pela estacionalidade na produção de forragens, raça, ordem de parto, presença do touro, estresse, partos gemelares, distocias e retenção de placenta (Short et al., 1990, Yavas e Walton, 2000b). Principalmente a nutrição, refletida pela condição corporal ao parto, nutrição no pós-parto, balanço energético negativo (BEN), perdas de escure corporal (Ferreira, 1995, Ferreira 2000; Montiel e Ahuja, 2005) e a associação dos efeitos da amamentação e da presença da cria, nos sistemas de produção extensivos (Short et al., 1990; Yavas e Walton, 2000b; Montiel e Ahuja, 2005), constituem os dois maiores fatores que influenciam diretamente a duração do anestro.

A condição anovulatória prolongada no pós-parto compromete o desempenho reprodutivo do rebanho e aumenta as perdas econômicas (Diskin e Sreenan, 1980; Ferreira, 1991; Allrich, 1993; Xu et al., 1998; Bellows et al., 2002; Rhodes et al., 2003). O animal, nestas condições, falha em tornar-se gestante e produzir uma cria/vaca/ano (Yavas e Walton, 2000b). Assim, diversos autores propuseram estratégias hormonais e não-hormonais (desmame ou restrição da amamentação e exposição ao touro), para reduzir a duração do anestro em vacas pós-parto (Yavas e Walton, 2000a).

Diversos autores verificaram que a desmama completa (Ramirez-Godinez et al., 1982) ou a restrição da amamentação para uma ou duas vezes ao dia, encurtou o período de anestro pós-parto, aumentando porcentagem de vacas em estro (Bluntzer et al., 1989; Bell et al., 1998; Ruas, 1998) e a taxa de gestação (Bastidas et al., 1981; Bluntzer et al., 1989). Em contrapartida, a execução de tal manejo pode (Pettersen et al., 1986; Johnson, 2005) ou não (Geary et al., 1998; Fanning et al., 1995) comprometer o desenvolvimento das crias e apresentar impactos econômicos para a propriedade.

Berardinelli et al. (2007), trabalhando com vacas primíparas (50-60 dias pós-parto), verificaram que a exposição prévia ao touro, antes do tratamento hormonal, aumentou o número de animais apresentando corpo lúteo em comparação ao grupo controle, resultando em maiores taxas de estro e de gestação.

Terapias hormonais para animais em anestro têm se mostrado capazes de induzir o estro, a ovulação e o retorno da atividade ovariana luteal cíclica (AOLC), reduzindo o período de anestro (Fike et al., 1997; Ruas et al., 2005). Yelich et al. (1994a,b) sincronizaram vacas paridas em anestro com MGA, via oral por 14 dias, seguida da aplicação de uma única dose de PGF<sub>2α</sub> ao final do tratamento e verificaram 65,0% e 68,0% de taxa de sincronização de estro e gestação, respectivamente. Ainda, neste estudo, a remoção da cria por 48h não aumentou a taxa de sincronização, mas os animais apresentaram estro em intervalo menor (96 horas) quando comparado ao grupo que permaneceu constantemente com a cria (24 a 264 horas) (Yelich et al., 1994b).

Outros autores propuseram a aplicação única de GnRH quatro dias após o tratamento com MGA, durante 14 (Perry

et al., 2002) ou sete dias (Kojima et al., 2000), e seguido da aplicação de PGF<sub>2α</sub> após sete dias. Os autores verificaram que 67 a 78,0% dos animais apresentam concentrações plasmática de progesterona acima de 1 ng/ml, demonstrando a formação e atividade do corpo lúteo com a primeira aplicação do GnRH. Após a indução da luteólise, a taxa de estro e gestação variou de 69 a 91,0% e 54 a 70,0%, respectivamente, com inseminação convencional (Kojima et al., 2000; Stegner et al., 2004), e após a segunda dose de GnRH como indutor de ovulação para IATF, a taxa de gestação foi de 58,0% (Perry et al., 2002). Os melhores resultados foram encontrados quando se utilizam tratamentos com MGA de menor duração.

Embora algumas trabalhos não excluam os animais ciclando dos resultados obtidos, no que se refere à manifestação de estro e taxa de gestação após o tratamento hormonal, resultados promissores no tratamento do anestro também têm sido obtidos com a utilização de implantes intravaginais de progesterona e estrógeno (Fike et al., 1997; Lammoglia et al., 1998; Ross et al., 2004; Palomares-Naveda et al., 2008), associado à aplicação de eCG (Mialot et al., 2003) ou GnRH na colocação e/ou retirada do implante (Rivera et al., 1997; Walsh et al., 2007; Wheaton e Lamb,

2007). Estes protocolos também são indicados para animais ciclando, sendo necessária, pelo menos, uma aplicação de PGF<sub>2α</sub> na retirada do implante (Santos et al., 2000; Taniguchi et al., 2007).

O tratamento com progesterona induz o estro em vacas acíclicas, e sua associação com o estrógeno aumenta as chances de ovulação (Ulberg e Lindley, 1960) e de retorno à ciclicidade (Fike et al., 1997, 1998), incrementando o percentual de vacas exibindo estro antes ou no início da estação de monta (Fike et al., 1997).

Lammoglia et al. (1998) trataram novilhas pré-púberes e vacas pós-parto e encontraram variações na taxa de estro, de 68,0% em novilhas e 58,0% a 100,0% em vacas, de acordo com a dose (0,2; 0,38 ou 0,75mg) de benzoato de estradiol (BE) aplicada na retirada do implante. As taxas de gestação, após os tratamentos hormonais, foram de 33,0% em novilhas e 29,0% em vacas pós-parto. No entanto, decorridos 21 dias do tratamento, em média 19,5% de animais ainda permaneciam em anestro. Palomares-Naveda et al. (2008) obtiveram 36,0% de sincronização e 31,0% gestação e, aos 21 dias após o tratamento, 30,0% dos animais permaneciam em anestro. Estes resultados indicam que a capacidade do tratamento hormonal em

superar os efeitos causadores do anestro é variável entre os animais (Fike et al., 1997).

Ross et al. (2004) estudaram o efeito da aplicação do BE, no momento ou 24 horas após a retirada do implante intravaginal de MAP, para inseminação em tempo fixo, e não encontraram diferenças nas taxas de ovulação (80,0%) e gestação (52,0%), mas verificaram intervalo de 24 horas entre as ovulações proporcional à aplicação do BE em cada tratamento.

A restrição da amamentação, associada com a utilização de terapias hormonais com norgestomet e estradiol, apresentou melhores resultados nas taxas de manifestação de estro (75,8 vs. 26,3%), de ovulação (48,2 vs. 15,7%) e de gestação ao primeiro estro (27,5 vs. 5,2%) em comparação com as vacas não tratadas (Borges e Gregory, 2003).

Segundo diversos autores, a utilização de progesterona/progestógenos melhora a sincronização da onda folicular, com animais apresentando estro em um menor período ao final do tratamento e, para animais em anestro, verifica-se menor percentual de animais apresentando ciclos estrais de curta duração, além de melhorar a taxa de gestação (Fike et al., 1997; Moreira et al., 1999; Xu e Burton, 2000; Mialot et

al., 2003; Larson et al., 2006; Wheaton e Lamb, 2007).

A forma de aplicação dos hormônios e os resultados obtidos apresentam grande variação entre os diversos trabalhos (Tabela 1). Isso ocorre porque o sucesso na aplicação de terapias hormonais depende e sofre interferência de uma série de fatores, dentre eles: a época de parição, nutrição, peso vivo, escore corporal, categoria animal, período pós-parto, balanço energético negativo, produção de leite, manejo da propriedade, tipo de terapia hormonal, presença do touro, qualidade do sêmen, diâmetro folicular ovariano no momento do início da aplicação dos hormônios, ciclicidade ou anestro, presença da cria, sistema de inseminação, manejo, dentre outros (Makarechian e Arthur, 1990; Odde, 1990; Barth, 1993; Thatcher et al., 1993; Fike et al., 1997; Stevenson et al., 1997; Day, 1998; Sprott, 1999; Yavas e Walton, 2000a; Bastos et al., 2004; DeJarnette et al., 2004; Ruas et al., 2005; Berardinelli et al., 2007; Brauner et al., 2008; Palomares-Naveda et al., 2008), necessitando maiores estudos sobre os eventos reprodutivos, uma vez que os índices de fertilidade, resultante destes protocolos, ainda são inferiores aos obtidos por ciclos estrais naturais.

**Tabela 1: Percentuais de manifestação de estro e de gestação obtidos por diversos autores com a aplicação de terapias hormonais, segundo a categoria animal, raça ou subespécie**

Categoria	Raça/espécie	Protocolo	% Estro	% Gestação	Autor
Novilhas	Brahman	PGF2 $\alpha$	82,0	38-46,0	Hardin et al., 1980
Novilhas	Mestiças <i>Bos indicus</i>	PGF2 $\alpha$	71,0	60	Holm et al., 2008
Vacas	Nelore	PGF2 $\alpha$	46,0	NA	Pinheiro et al., 1998
Vacas	<i>Bos taurus indicus</i>	PGF2 $\alpha$	60,6	45,0	Rekwot et al. 1999
Vacas	Mestiças <i>Bos indicus</i>	PGF2 $\alpha$	87,5	65,7	Santos et al., 2000
Vacas	Gir	PGF2 $\alpha$	92,0	NA	Borges et al., 2003
Novilhas	<i>Bos taurus taurus</i>	NOR+VE	79-94,0	42-50,0	Gonzales-Padilla et al., 1975
Novilhas	<i>Bos taurus taurus</i>	CIDR+BE	NA	47,2	Ambrose et al., 2004
Vacas	Mestiças <i>Bos indicus</i>	NOR+VE	56,8	51,7	Borges e Gregory, 2003
Vacas	<i>Bos taurus taurus</i>	CIDR+BE	NA	53,1	Ambrose et al., 2004
Vacas	<i>Bos indicus</i> x Holandes	NOR+eCG	68-80,0	37-50,0	Ruas et al., 2005
Vacas	Mestiças <i>Bos indicus</i>	MAP+BE	20-50,0	30-66,6	Brauner et al., 2008

NOR = Norgestomet; VE = Valerato de Estradiol; CIDR = Controlled Intravaginal Drug Release; BE = Benzoato de Estradiol; eCG = gonadotropina coriônica eqüina; MAP = Acetato de Medroxiprogesterona; NA = Não avaliado.

### 3. Material e Métodos

#### 3.1. Período experimental

O experimento foi executado em cinco propriedades localizadas em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais que, tradicionalmente, são criadoras de bovinos de raças puras (Gir, Indubrasil) ou mestiços (Nelogir, azebuadas), com objetivo final da produção de animais P.O. ou mestiços F1 Holandês x Zebu. O estudo foi realizado no período de dezembro de 2007 a maio de 2008, utilizando-se a mesma metodologia, e adequando-se ao manejo específico de cada propriedade.

#### 3.2. Seleção dos animais e tratamentos hormonais

Inicialmente foi realizada a seleção dos animais aptos ao experimento, sendo descartadas vacas com menos de 30 dias pós-parto, animais gestantes, inseminações recentes (menos de 25 dias), novilhas de baixo peso corporal e animais com patologias reprodutivas. Os grupos foram divididos por categoria animal: novilhas (fêmeas jovens nulíparas), vacas solteiras (fêmeas pluríparas não gestantes e não lactantes) e vacas paridas (fêmeas lactantes e amamentando a cria) e duas condições reprodutivas (anestro e ciclando). A condição reprodutiva foi avaliada por palpação e ultra-sonografia transretal, que possibilitou a visualização e a mensuração das estruturas ovarianas (Beal et al., 1992) e, então, considerou-se como cíclicos ou em anestro aqueles animais que apresentavam

ou não corpos lúteos, respectivamente. Nas novilhas foi avaliado o grau de tonicidade uterina por meio da classificação do escore do trato reprodutivo, sendo considerado de flácido (0) a tônico com presença de corpo lúteo (5) (Andersen et al., 1991).

Fêmeas apresentando corpo lúteo (grupo I) foram tratadas com 0,212mg de Cloprostenol Sódico (Ciosin<sup>®</sup> - Coopers) aplicado na submucosa vulvar ipsilateral ao corpo lúteo; e os animais em anestro (grupo II) foram submetidos a protocolo hormonal constituído pela inserção (dia zero) de dispositivo intravaginal de progesterona (CIDR<sup>®</sup> - Pfizer) associado à aplicação intramuscular de 1mg de Benzoato de estradiol (Estrogin<sup>®</sup> - Farmavet) e, no dia da retirada do implante (dia oito), as vacas receberam, via intramuscular, 1mg de Cipionato de Estradiol (E.C.P. - Pfizer). Nesses animais, foi medido o diâmetro (mm) do maior folículo presente nos ovários no momento da colocação do implante.

Nas propriedades 1 e 2, também foi mensurado o diâmetro do maior folículo no dia da retirada do implante de progesterona, além da confirmação da ovulação (presença de corpo lúteo), cerca de nove a dez dias após a inseminação artificial.

Animais tratados com prostaglandina F<sub>2α</sub> (grupo I), e que não manifestaram estro, receberam nova aplicação do medicamento, na mesma dosagem inicial, no mesmo dia da retirada do implante de progesterona daqueles animais do grupo II e, na propriedade 3, foi realizada uma terceira aplicação de prostaglandina após sete dias.

Os animais foram pesados, quando a fazenda dispunha de balança, e classificados quanto ao escore corporal, no início e final do período experimental, segundo a escala de Ferreira (1990) (1 – muito magra e 5 – muito gorda). Também foram coletadas informações da idade, data e ordem do parto, histórico de partos e inseminações, de acordo com a disponibilidade das informações nas diferentes propriedades.

A taxa de detecção de estros foi calculada pela razão entre o número de animais detectados em estro e o total de animais tratados, independente do protocolo hormonal utilizado. As falhas de detecção de estro foram calculadas pela divisão do número de animais não detectados em estro, pelo total de animais não gestantes em um período de 30 dias após a inseminação artificial. A taxa de concepção foi calculada pelo número de animais gestantes,

divididos pelo número de animais que foram inseminados após o tratamento hormonal; e a taxa de gestação foi calculada pelo número de animais gestantes, dividido pelo total de animais tratados.

### 3.3. Caracterização e particularidades das diferentes propriedades

#### 3.3.1 Propriedade 1

Propriedade localizada no município de Paraopeba, MG (altitude: 733m, latitude: 19° 16' S, longitude: 44° 24' O), precipitação mensal média de 423mm (de janeiro a abril de 2008) e anual de 1587mm, temperatura média de 20 a 25 °C (máx. 34°C e mín. 15°C) segundo referência da estação meteorológica de Sete Lagoas (INMET.gov), área aproximada de 500 hectares, pastagens formadas por *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicula*. Possui aproximadamente 250 fêmeas da raça Gir P.O. (puro de origem) em idade de reprodução, mantidas em regime de pastejo durante todo o ano, com disponibilidade de sal mineralizado e água *ad libitum*, e recebendo suplementação proteínada no período da seca.

O regime de estação de monta (EM) não era utilizado na propriedade e, portanto, foi estabelecido um período de

aproximadamente 90 dias (13 de janeiro a 18 de abril), simulando uma EM, e que correspondeu ao período experimental. Em dezembro, antes do início da EM e da implementação do experimento, foi realizada avaliação da condição reprodutiva dos animais. Em janeiro, os animais passaram por nova avaliação quando foram divididos em grupos de vacas ciclando ou em anestro.

Animais ciclando foram tratados, no mesmo dia da avaliação ginecológica, com Cloprostenol Sódico (Ciosin® - Coopers) aplicado na submucosa vulvar. Na semana seguinte, aqueles em anestro foram reavaliados e submetidos ao protocolo hormonal com associação de progesterona e estradiol. Foram utilizados 114 animais, sendo 31 novilhas (18 ciclando e 13 em anestro), 35 vacas solteiras ciclando e 48 vacas paridas em anestro com média de 79 ± 28,8 dias pós-parto, mantidas em regime de duas amamentações diárias. No dia da colocação do dispositivo intravaginal, adotou-se restrição de amamentação naqueles animais que ainda não estavam submetidos a este regime de manejo.

A observação do estro foi realizada três vezes ao dia (7:00h, 13:00h e 17:00h), durante 30 a 40 minutos, quando foram coletadas informações do comportamento

sexual (montando, aceitando ou não a monta parada) para facilitar o acompanhamento dos animais que se encontravam em atividade reprodutiva. O animal em estro (aceitando monta parado) permanecia na pastagem até ser encaminhado para inseminação artificial, realizada aproximadamente 12 horas (manhã/tarde e tarde/manhã) após a detecção do estro, utilizando-se sêmen congelado proveniente de touros da mesma propriedade. Aqueles animais detectados em estro às 13h foram incluídos na detecção da tarde, sendo, portanto, inseminados na manhã do dia seguinte. Todas as informações de inseminação (hora do estro, data da inseminação, hora de inseminação, touro e inseminador) foram anotadas e os animais retornavam para o mesmo lote.

O diagnóstico de gestação foi realizado entre 45 e 60 dias após a inseminação artificial e, neste momento, os animais foram reavaliados quanto a ciclicidade ou anestro, sendo então atualizadas as informações das repetições de estro. Os animais que permaneceram em anestro, após a aplicação dos protocolos, foram submetidos à desmama definitiva e os tratamentos hormonais refeitos, aproximadamente 30 dias antes do término do período experimental. Para tal, foram selecionadas aquelas vacas que permaneciam em anestro e com escore da condição corporal igual ou superior a três, além de possuírem folículo ovariano de diâmetro maior ou igual a 10 mm e, também, naqueles animais que estavam ciclando e não gestantes, seguindo-se a mesma metodologia descrita anteriormente.

**Tabela 2: Número de novilhas e vacas da raça Gir ciclando e em anestro, idades, escores da condição corporal (ECC) e pesos vivos médios ao início do período experimental, na propriedade 1**

	n	Idade média (anos)	ECC (1-5)	Peso vivo (Kg)
Novilhas ciclando	18	3,0 ± 0,3	3,5 ± 0,3	345,2 ± 21,4
Novilhas em anestro	13	2,4 ± 0,3	3,3 ± 0,2	306,3 ± 22,0
Vacas solteiras	35	7,7 ± 3,6	3,0 ± 0,4	385,4 ± 37,4
Vacas paridas	48	6,7 ± 3,6	2,8 ± 0,4	351,4 ± 41,9

### 3.3.2. Propriedade 2

Localizada no município de Araçaí, MG (altitude: 739m, latitude: 19° 11' S,

longitude: 44° 14' O), com aproximadamente 1000 hectares, regime de chuvas mensal médio de 423mm (de janeiro a abril de 2008) e anual de 1587mm, temperatura

média de 20 a 25°C (máx. 34°C e mín. 15°C), segundo referências da estação meteorológica de Sete Lagoas (INMET.gov). Possui cerca de 300 fêmeas da raça Gir P.O. em idade de reprodução e que são utilizadas para a produção de cruzamentos *Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus* (F1 Holandês x Zebu), por meio de inseminação artificial com sêmen de touros da raça Holandês, adquirido de centrais de coleta e congelamento de sêmen.

Os animais foram mantidos em pastagens de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*, com disponibilidade de sal mineralizado e água *ad libitum*. A propriedade não dispunha de estação de monta e, portanto, foi pré-estabelecido um período experimental de aproximadamente 90 dias (25 de janeiro a 30 de abril). Nesta propriedade os tratamentos hormonais

foram iniciados no mesmo dia, seguindo a mesma metodologia citada anteriormente para a propriedade 1. Foram utilizados 120 animais, sendo 33 novilhas (18 ciclando e 15 em anestro), 40 vacas solteiras ciclando e 47 vacas paridas em anestro, com média de  $96 \pm 24,1$  dias pós-parto, e adotando-se regime de duas amamentações diárias, assim como descrito para a propriedade 1.

As avaliações reprodutivas, aplicação dos tratamentos hormonais, inseminações artificiais e diagnóstico de gestação seguiram o mesmo manejo descrito para a propriedade 1. No entanto, para a detecção de estro, esta propriedade dispunha de rufões que permaneciam com os lotes em observação. Ao final do período experimental, os animais em anestro foram remanejados segundo a mesma metodologia descrita para a propriedade 1.

**Tabela 3: Número de novilhas e vacas da raça Gir ciclando e em anestro, escores da condição corporal (ECC) e pesos vivos médios ao início do período experimental, na propriedade 2**

	n	ECC (1-5)	Peso vivo (kg)
Novilhas ciclando	18	3,7 ± 0,3	347,4 ± 70,2
Novilhas em anestro	16	3,3 ± 0,2	306,3 ± 22,0
Vacas Solteiras	40	3,9 ± 0,3	407,8 ± 39,2
Vacas Paridas	47	2,8 ± 0,4	351,4 ± 41,9

### 3.3.3. Propriedade 3

Localizada em Patos de Minas, MG (altitude: 832m, latitude: 18° 34' S,

longitude: 46° 31' O), clima tropical de altitude, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). A fazenda possui aproximadamente 800

hectares, com áreas de pastagens formadas por *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens* e capim jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), precipitação média mensal de 212,5 mm (janeiro a abril de 2008), precipitação anual de 1675 mm e temperatura média de 23°C (máx. 34°C e mín. 16°C). O efetivo bovino é de aproximadamente 700 animais das raças Nelore e Gir, mestiças Gir x Nelore (Nelogir) e vacas leiteiras F1 (*Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus*), sendo os zebuínos manejados em regime de estação de monta de 120 dias (janeiro a

abril), e permanecendo o ano todo em pastagens com disponibilidade de água e sal mineralizado *ad libitum*.

Foram utilizados 83 vacas mestiças F1 Nelore x Gir (Nelogir), das quais 61 eram vacas solteiras ciclando e 22 eram vacas paridas em anestro, mantidas constantemente com seus bezerros. Dados referentes à idade, peso vivo, escore da condição corporal, dias pós-parto e ordem de parto encontram-se na tabela 4.

**Tabela 4: Número de vacas mestiças F1 Nelore x Gir solteiras e paridas, idades, escores da condição corporal (ECC) e pesos vivos médios, número de dias pós-parto (DPP) e ordem de parto ao início do período experimental, na propriedade 3**

	n	Idade (anos)	ECC (1-5)	Peso (kg)	Dias pós-parto	Ordem de parto
Vacas solteiras	61	3,0 ± 1,0	3,5 ± 0,2	417,4 ± 34,9	-	1,5 ± 0,6
Vacas paridas	22	5,2 ± 0,9	3,3 ± 0,3	403,2 ± 45,8	101,5 ± 66,7	2,0 ± 1,0

Na avaliação inicial, 12 vacas solteiras estavam gestantes de, aproximadamente, 30,2 ± 2,9 dias de um touro desconhecido, e assim, optou-se por induzir o abortamento com cloprostenol sódico, aplicado na mesma dose e via utilizada para os outros animais. Estes animais, após manifestarem estro, foram todos inseminados. Todos os dados (taxas de estro e de gestação), por apresentarem igualdade (p>0,05), foram analisados em conjunto.

O experimento iniciou-se em fevereiro de 2008 e seguiu a mesma metodologia descrita anteriormente, ou seja, animais ciclando foram tratados com prostaglandina F<sub>2α</sub>, via submucosa vulvar, em três aplicações consecutivas a intervalos de sete dias, e aqueles em anestro foram submetidos a protocolo com progestógenos associados a estrógenos. Os animais foram agrupados em um único lote, e a observação de estro realizada duas vezes ao

dia (7:00h e 17:00h) por 30 a 40 minutos. As vacas em estro foram inseminadas aproximadamente após 12 horas após a observação do estro, utilizando-se sêmen adquirido de centrais de coleta e congelação. Dez dias após o término das inseminações artificiais, um touro da raça Holandês foi colocado no lote das vacas, e o diagnóstico de gestação realizado entre 40 e 60 dias após as inseminações artificiais.

Animais não gestantes e que apresentavam corpo lúteo não foram submetidos a novo protocolo hormonal com prostaglandina F<sub>2α</sub>, dado a possibilidade de terem sido cobertos pelo touro. No entanto, animais não gestantes e sem corpo lúteo foram submetidos a novo protocolo com progesterona e estrógeno e, neste caso, os 16 animais foram inseminados em tempo fixo, 48 horas após a aplicação do estrógeno no momento da retirada do implante intravaginal.

#### 3.3.4. Propriedade 4

Localizada no município de Felixlândia, MG (altitude: 614m, latitude: 18° 45' S, longitude: 44° 53' O), precipitação média mensal de 222,9 mm de janeiro a abril 2008, temperatura média de 23,4°C (máx. 33,5°C e mín. 11°C). Propriedade pertencente à Empresa de

Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), possui área de aproximada de 1000 hectares contendo pastagens de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*. A fazenda possui rebanho de fêmeas da raça Gir Leiteiro que permanece em regime de monta natural com touros das raças Holandês e Gir, mantidos durante o ano todo em regime integral de pastagens, com disponibilidade de sal mineralizado e água *ad libitum*.

Do total de vacas do rebanho, selecionou-se apenas aquelas em anestro, uma vez que os animais apresentando corpo lúteo poderiam estar gestantes, devido à possibilidade de cobertura recente pelos touros mantidos previamente com as fêmeas.

Foram utilizadas 17 vacas em anestro, amamentando constantemente seus bezerros, com idade média de 10,49 ± 6,04 anos, escore corporal de 2,79 ± 0,53, e 109,94 ± 65,19 dias pós-parto. Os animais foram avaliados por palpação retal e ultrassonografia para constatação do anestro e medição do diâmetro (mm) do maior folículo ovariano. Posteriormente, todos foram submetidos à terapia hormonal à base de progesterona e estrógeno conforme o protocolo descrito anteriormente. A detecção do estro foi realizada duas vezes

ao dia (7:00h e 17:00h), durante 30 a 40 minutos, e as inseminações artificiais realizadas 12 horas após a detecção do estro com sêmen adquirido de centrais de coleta e congelamento. Aquelas vacas que não foram observadas em estro até 60 horas após a retirada do implante intravaginal de progesterona, foram inseminadas em momento fixo e, posteriormente às inseminações, todas as fêmeas foram mantidas com touro da raça Holandês. O diagnóstico de gestação foi realizado 35 dias após a inseminação e, neste momento, avaliou-se o percentual de fêmeas que retomaram a ciclicidade ou que ainda permaneceram em anestro.

### 3.3.5. Propriedade 5

Propriedade possui área aproximada de 500 hectares, localizada no município de Capitão Enéas, MG (altitude: 571m, latitude: 16° 19' S, longitude: 43° 42' O), clima tropical semi-árido, composta por pastagens de diferentes cultivares de capim buffel (*Cenchrus ciliaris*), capim colômbio (*Panicum maximum*), tanzânia (*Panicum maximum*) e braquiária (*Brachiaria brizantha*), com temperatura média de 25°C (máx. 36°C e mín. 17°C), precipitação média mensal de 157,5mm (janeiro a abril de 2008) e média anual histórica de 964mm, segundo informações da estação meteoroló-

gica de Montes Claros, MG. A fazenda possui 500 animais, sendo 200 fêmeas em idade de reprodução e que são manejadas em regime de estação de monta com duração de 90 dias, utilizando-se inseminação artificial.

O experimento iniciou-se em fevereiro de 2008, aproximadamente 30 dias do início da estação de monta e, portanto, animais gestantes ou inseminados recentemente (menos de 25 dias) foram eliminados do estudo. Foram utilizados 97 animais (50 da raça Gir, 28 da raça Indubrasil e 19 mestiças de raças *Bos taurus indicus*), sendo 18 vacas solteiras ciclando (escore da condição corporal de  $3,3 \pm 0,4$ ), e 79 vacas paridas ( $82,5 \pm 49,8$  dias pós-parto e escore corporal de  $3,2 \pm 0,5$ ), sendo 17 vacas paridas ciclando e 62 vacas paridas e em anestro.

Os tratamentos hormonais foram iniciados uma semana após a avaliação dos animais e seguiram a mesma metodologia descrita anteriormente. No dia da colocação do implante intravaginal de progesterona, os animais que ainda não se encontravam em regime de uma amamentação diária, foram colocados neste manejo. As vacas solteiras e paridas permaneceram em piquetes separados, com rufiões preparados por aderência peniana e equipados com

buçal marcador. As observações de estro foram realizadas duas vezes ao dia (7:00h e 17:00h), por aproximadamente 30 a 40 minutos. As inseminações artificiais, utilizando sêmen adquirido de centrais coleta e congelamento, foram realizadas 12 horas após a detecção do estro, ou imediatamente naqueles animais marcados por tinta do buçal e que, no dia anterior, não foram identificados em estro.

Após as inseminações artificiais, os bezerras mais jovens (menos de 30 dias de vida) retornaram à permanência constante das mães. O diagnóstico de gestação foi realizado 40 a 60 dias após a inseminação artificial e, no mesmo dia, confirmou-se as repetições de estro, ciclicidade ou anestro dos animais. Os tratamentos hormonais foram refeitos nos animais não gestantes, ciclando ou em anestro, e então, as vacas foram mantidas em dois lotes separados, um com touro da raça Indubrasil e outro com touro da raça Gir, prolongando a estação de monta para 120 dias, sendo realizado novo diagnóstico de gestação após 70 dias do final da estação de monta.

### *3.4. Análise estatística*

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. As variáveis paramétricas com distribuição

normal (idade, peso vivo, dias pós-parto, duração do estro, diâmetro folicular, área e volume de corpo lúteo) foram submetidas à análise de variância (ANOVA) utilizando o pacote estatístico SAEG 9,1, e as médias comparadas pelo teste exato de Fisher para grau de liberdade igual a um, e de Student-Newman-Keuls (SNK) para grau de liberdade maior que um, com nível de significância de 5,0%. As variáveis não paramétricas (taxa de observação de estros e retorno ao estro, taxa de gestação e taxa de anestro) foram analisadas em tabelas de contingência pelo método do qui-quadrado, aplicando-se também o teste exato de Fisher com nível de significância de 5,0%. O escore da condição corporal foi analisado como variável não paramétrica, empregando-se o teste de Wilcoxon para comparação de médias com grau de liberdade igual a um, e o teste de Kruskal-Wallis quando o grau de liberdade foi maior que um.

## **4. Resultados e Discussão**

Como o experimento foi realizado em cinco propriedades localizadas em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais, caracterizadas por diferentes composições dos rebanhos, manejo, características climáticas e condição reprodutiva, impossibilitou-se comparar direta as mesmas. No entanto, os resultados e as

discussões serão agrupados por categoria animal, apresentando em conjunto os resultados de cada propriedade.

#### 4.1. Avaliações das propriedades 1 e 2

Aproximadamente 30 dias antes da aplicação dos tratamentos hormonais (dezembro/2007), que marcaria o início da estação de monta e do experimento

(janeiro/2008), os animais das propriedades 1 e 2 passaram por avaliação prévia, visando triagem das fêmeas que seriam incluídas no estudo. Assim, a tabela 5, apresenta os dados referentes à média do escore corporal e percentual de animais em anestro, nas diferentes categorias, em dezembro/2007 e em janeiro/2008, quando do início do experimento.

**Tabela 5: Escore da condição corporal médio (ECC) e percentual de novilhas e vacas da raça Gir em anestro, em dezembro/2007 e no início do período experimental em janeiro/2008**

Propriedade 1	Dezembro/2007		Janeiro/2008	
	ECC	% em Anestro	ECC	% em Anestro
Novilhas (n=31)	3,1 ± 0,5aA	77,4 (24/31)aA	3,04 ± 0,4aB	41,0 (13/31)aB
Vacas solteiras (n=43)	2,9 ± 0,5aA	53,4 (23/43)bA	3,01 ± 0,5bA	18,6 (8/43)bB
Vacas paridas (n=50)	2,6 ± 0,3bA	100,0 (50/50)cA	2,8 ± 0,4bB	96,0 (48/50)cA
<b>Propriedade 2</b>				
Novilhas (n=34)	2,6 ± 0,2aA	-	3,57 ± 0,4aB	47,0 (16/34)a
Vacas solteiras (n=57)	2,9 ± 0,4aA	56,1 (32/57)A	3,74 ± 0,3aB	29,8 (17/57)bB
Vacas paridas (n=49)	2,4 ± 0,4bA	-	2,70 ± 0,4bB	95,9 (47/49)c

Médias de escore corporal e percentual de anestro na mesma coluna, seguidas por letras minúsculas distintas, diferem pelo teste Kruskal-Wallis e qui-quadrado ( $p < 0,05$ ), respectivamente. Percentual de anestro na mesma coluna seguida. Médias de escore corporal e percentual de anestro na mesma linha, seguidas de letras maiúsculas distintas, diferem pelo teste Wilcoxon e qui-quadrado ( $p < 0,05$ ), respectivamente.

Inicialmente, em dezembro/2007, na propriedade 1, o escore da condição corporal foi menor ( $p < 0,05$ ) nas vacas paridas quando comparado ao das novilhas e vacas solteiras. Em janeiro, as novilhas apresentavam maior ( $p < 0,05$ ) escore corporal que as vacas solteiras e paridas devido, possivelmente, ao ganho de peso vivo neste período.

Na propriedade 2 não foram avaliadas todas as categorias em dezembro/2007. No entanto, pode-se sugerir que também havia grande número de animais acíclicos, já que o percentual de anestro, nas vacas não lactantes, foi de 56,1%, apesar de apresentar maior escore da condição corporal ( $p < 0,05$ ) em relação às vacas paridas. Além disso, o histórico da

não realização de inseminações artificiais, no lote das vacas paridas, pode ser usado como parâmetro para se estimar o percentual elevado de anestro nas diferentes categorias.

A redução ( $p < 0,05$ ) do percentual de novilhas e vacas solteiras em anestro, ocorridas no período de aproximadamente 30 dias, coincide com o início do período chuvoso e com a melhoria da qualidade e da oferta de forragens, o que melhor atende os requisitos nutricionais das diferentes categorias, anteriormente submetidas a um período de seca durante o ano de 2007. A restrição nutricional pode levar à perda de peso vivo e escore corporal, estabelecendo a condição de anestro nas categorias não lactantes, dependendo da intensidade dessas perdas (Bond et al., 1958; Beal et al., 1978; Imakawa et al., 1986).

Para os animais lactantes, não foi verificada redução do percentual de animais em anestro. Isto se deve, provavelmente, pelo fato desta condição estar relacionada com as alterações resultantes do parto, tais como as perdas de escore corporal em adição aos efeitos da lactação e presença da cria (Whisnant et al., 1986a; Randel, 1990; Short et al., 1990; Ferreira et al., 2000; Montiel e Ahuja, 2005).

#### 4.2. Aplicação de terapias hormonais em novilhas

As informações presentes na tabela 6 referem-se às idades, pesos vivos e escores da condição corporal das novilhas, ciclando e em anestro, no início e final do período experimental.

**Tabela 6: Idades, pesos vivos inicial (PI) e final (PF), escores da condição corporal inicial (ECCI) e final (ECCF) médios de novilhas da raça Gir, ciclando e em anestro, nas propriedades 1 e 2**

Novilhas	n	Idade (anos)	PI (Kg)	PF (Kg)	ECCI (1-5)	ECCF (1-5)
<b>Propriedade 1</b>						
Ciclando	18	3,0 ± 0,33a	345,2 ± 21,4aA	388,1 ± 34,5aB	3,5 ± 0,34aA	3,5 ± 0,3aA
Anestro	13	2,4 ± 0,38b	308,7 ± 20,8bA	345,5 ± 27,5bB	3,1 ± 0,43bA	3,0 ± 0,2bA
<b>Propriedade 2</b>						
Ciclando	18	-	357,5 ± 52,2aA	396,1 ± 52,4aA	3,7 ± 0,3aA	3,6 ± 0,2aA
Anestro	16	-	311,7 ± 33,9bA	326,9 ± 29,3bA	3,3 ± 0,3bA	2,9 ± 0,2bB

Médias na mesma coluna, seguidas por letras minúsculas distintas, diferem pelo teste exato de Fisher ( $p < 0,05$ ), exceto escore corporal para o qual foi utilizado o teste de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ). Médias na mesma linha, para a mesma variável, seguidas de letras maiúsculas distintas, diferem pelo teste exato de Fisher ( $p < 0,05$ ), exceto escore corporal para o qual foi utilizado o teste de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ).

Nas novilhas ciclando e em anestro da propriedade 1, verificou-se ganho de peso ( $p < 0,05$ ) ao longo do experimento, com médias de ganho diário de 461g e 397g para novilhas ciclando e em anestro, respectivamente. Para as novilhas em anestro da propriedade 2, verificou-se redução ( $p < 0,05$ ) do escore corporal ao final do período experimental, possivelmente relacionado ao crescimento corporal desta categoria.

O ganho de peso e a melhoria do escore corporal se devem, principalmente, à

melhoria na qualidade e disponibilidade de forragens ao longo do período experimental (estação chuvosa), atendendo melhor os requisitos nutricionais que, associado à condição de não lactantes, promoveu o ganho de peso desses animais.

Os percentuais de novilhas ciclando detectadas ou não em estro, após uma ou duas aplicações do análogo da prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , nas duas propriedades, estão na tabela 7.

**Tabela 7: Percentual de estros detectados, número de animais gestantes, taxas de concepção e de gestação após a primeira e segunda aplicações de prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , em novilhas da raça Gir nas propriedades 1 e 2**

	Estros detectados n (%)	Gestantes N	Taxa de concepção n (%)	Taxa de gestação n (%)
<b>Propriedade 1</b>				
Primeira aplicação	14/18 (77,8)	9	9/14 (64,3)	9/18 (50,0)
Segunda aplicação	4/4 (100,0)	2	2/4 (50,0)	2/18 (11,1)
Total	18/18 (100,0)	11	11/18 (61,1)	11/18 (61,1)
<b>Propriedade 2</b>				
Primeira aplicação	9/18 (50,0)	6	6/9 (66,6)	6/18 (33,3)
Segunda aplicação	6/9 (66,6)	3	3/6 (50,0)	3/18 (16,6)
Total	15/18 (83,3)	9	9/15 (60,0)	9/18 (50,0)

Após a primeira aplicação do análogo de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  em novilhas, detectou-se, na propriedade 1, 77,8% (14/18) dos estros e foram obtidos 100,0% (18/18) de sincronização após a segunda aplicação. Já para a propriedade 2, detectou-se estro de 50,0% (9/18) e 66,6%

(6/9) das novilhas após a primeira e segunda doses de prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , respectivamente, totalizando-se 83,3% (15/18) de fêmeas detectadas em estro.

Os percentuais de detecção de estro foram superiores aos encontrados por

Hardin et al. (1980) que o detectaram em 82,0% de novilhas da raça Brahman, após duas aplicações de cloprostenol sódico e observação visual do estro duas vezes ao dia. Já Holm et al. (2008) detectaram 71,0% da novilhas mestiças *Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus* manifestando estro após uma única aplicação de dinoprost, análogo de prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , utilizando observação visual durante o dia e marcadores na cauda no período noturno.

A utilização de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  leva à concentração dos estros (Orihuela et al., 1983) e, com isso, aumenta a possibilidade de se detectar o animal tratado, quando comparado com a observação natural (Ferreira, 1991; Heersche e Nebel, 1993; Diskin e Sreenan, 2000). Isso se deve ao fato de diversos animais estarem em estro simultaneamente, aumentando a interação com os demais animais do grupo sexualmente ativo (Galina et al., 1996; Landaeta-hernández et al., 2002; Galina e Orihuela, 2007).

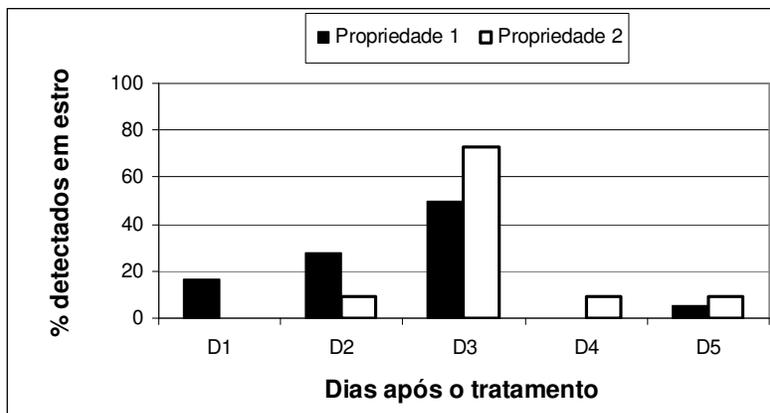
O percentual de 50,0% de detecção de estros, na propriedade 2, após a primeira aplicação da prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , é inferior aos relatados acima. Esta diferença pode ser explicada, nas novilhas, pelo percentual de 44,4% (8/18) de corpos lúteos classificados

como jovens ou recém formados, avaliados pela palpação retal e ultra-sonografia (Borges, 2001), nos quais verificou-se 12,5% (1/8) de estros.

Corpos lúteos com até seis dias após a ovulação apresentam menor resposta à indução da luteólise pela  $PGF_{2\alpha}$  (Lucy et al., 1986; Niswender et al., 2000). Os tratamentos iniciados entre os dias cinco e nove podem induzir à luteólise parcial, e aqueles entre os dias 11 e 15 do ciclo estral apresentam melhores resultados (Lucy et al., 1986; Odde, 1990). Melhor taxa de sincronização ocorre quando o folículo dominante da onda está em crescimento ou no início da fase estática (Kastelic et al., 1994).

O tempo para manifestação do estro, após a aplicação do análogo de prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , é dependente do diâmetro e da condição do maior folículo presente no momento da luteólise, e não do tempo de regressão do corpo lúteo (Wiltbank, 2000). Assim, quando a  $PGF_{2\alpha}$  é aplicada em um dia aleatório, a frequência de estros apresenta maior variabilidade do que quando aplicada em um dia específico do ciclo estral (Alves et al., 2003; Borges et al., 2003), como demonstrado na figura 1.

**Figura 1: Distribuição percentual de novilhas da raça Gir detectadas em estro após a aplicação da prostaglandina F<sub>2α</sub>, nas propriedades 1 e 2**



Novilhas podem naturalmente apresentar ciclos estrais de dois a três dias mais curtos que vacas, devido ao fato de possuírem menor diâmetro e período de dominância folicular, além de maior concentração de estrógeno durante o estro (Wolfenson et al., 2004). Estes fatores, associados ao melhor escore da condição corporal ( $p < 0,05$ ), possibilitaram o menor intervalo de resposta ( $p < 0,05$ ) após aplicação da PGF<sub>2α</sub>, de  $66 \pm 16,3$  horas para novilhas e  $79,2 \pm 23,9$  horas nas vacas solteiras (discutido posteriormente) da propriedade 1. Por outro lado, na propriedade 2, o intervalo da aplicação de cloprostenol sódico à manifestação do estro foi de  $81,56 \pm 28,6$  horas (gráfico 1), semelhante ao relatado por Borges (2001) e Alves et al. (2003) em vacas da raça Gir. O intervalo de estros foi de  $20,1 \pm 5,7$  dias e

verificou-se 11,1% (3/27) de ciclos estrais de curta duração (<17 dias) na propriedade 1 e, na propriedade 2, o intervalo de estros foi de  $23,4 \pm 6,7$  dias.

Após duas aplicações da prostaglandina verificou-se, em média, 60,0% de taxa de concepção nas duas fazendas. Na propriedade 1, as taxas de concepção, após a primeira e segunda aplicação do análogo da PGF<sub>2α</sub>, foram de 64,3% (9/14) e 50,0% (2/4), respectivamente. Ao final do período experimental, incluindo as repetições de estro, 83,3% (15/18) das novilhas ficaram gestantes, consumindo-se média de 1,6 inseminações/novilha gestante. Sete animais retornaram ao estro, e destes, a taxa de concepção foi de 57,0% (4/7).

Na propriedade 2, verificou-se taxas de concepção de 66,6% (6/9) e 50,0%

(3/6) após a primeira e segunda aplicação da PGF<sub>2α</sub>, respectivamente. Nove novilhas não ficaram gestantes e, dentre elas, cinco (55,6%) foram detectadas em estro e reinseminadas, obtendo-se taxa de concepção de 60,0% (3/5). A taxa de gestação final foi de 66,7% (12/18) utilizando-se, em média, 1,8 inseminações por novilha gestante.

Os resultados finais de gestação para novilhas são similares aos 60,0% reportado por Holm et al. (2008), em novilhas mestiças *Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus*. Ao contrário, Stevenson et al. (1997) verificaram taxa de gestação final de 87,9% em novilhas *Bos taurus taurus*. O tempo decorrido do início da estação de monta até a gestação foi, em média, 12,8 ± 11,2 dias, tempo menor quando comparado aos sistemas de manejo que utilizam apenas a observação visual como estratégia de detecção de estros (Holm et al., 2008).

A diferença nas taxas de gestação entre as propriedades, embora tenham sido observadas taxas de concepção semelhantes, pode ser atribuída tanto pelo baixo percentual de estros em animais possuindo corpos lúteos jovens, quanto pelo percentual de perdas e falhas na detecção do estro ocorrido ao longo do período experimental, na propriedade 2. A observação criteriosa do estro possibilita a inseminação de maior número de animais que, associado a melhoria na técnica do inseminador, aumenta seu desempenho ao longo das inseminações (King e Macpherson, 1965; Holm et al., 2008).

Os diâmetros do maior folículo nos dias da colocação e retirada do implante intravaginal de progesterona, em novilhas em anestro, além da área e volume dos corpos lúteos avaliados 10 dias após a ovulação, estão contidos na tabela 8.

**Tabela 8: Diâmetros foliculares na colocação (FOLC) e na retirada (FOLR) do implante intravaginal de progesterona, área (CLa) e volume (CLv) do corpo lúteo formado após o tratamento hormonal de novilhas da raça Gir em anestro, nas propriedades 1 e 2**

Novilhas	n	FOLC (mm)	FOLR(mm)	CLa(cm <sup>2</sup> )	CLv(cm <sup>3</sup> )
Propriedade 1	13	12,3 ± 1,3	9,1 ± 0,10	1,7 ± 0,4	1,6 ± 0,7
Propriedade 2	16	9,7 ± 1,8	9,2 ± 1,3	1,6 ± 0,3	1,4 ± 0,4

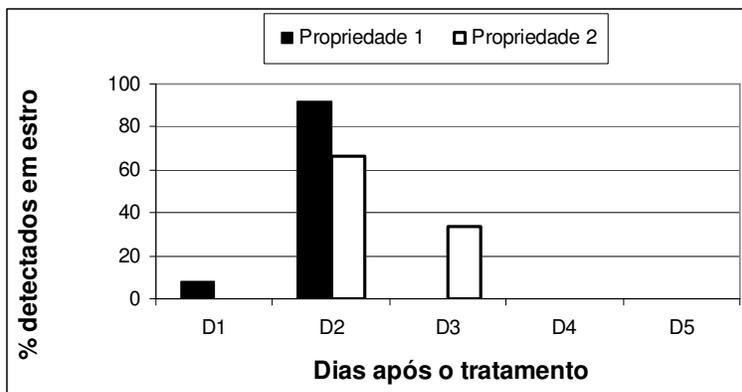
Foi observado maior ( $p < 0,05$ ) diâmetro folicular das novilhas, no dia da colocação do implante, em relação às vacas paridas ( $12,3 \pm 1,3$  vs.  $9,5 \pm 2,1$ ), discutido posteriormente. Observou-se diferença ( $p < 0,05$ ) na área ( $1,6 \pm 0,3$  vs.  $2,2 \pm 0,5$ ) e no volume ( $1,4 \pm 0,4$  vs.  $2,2 \pm 0,8$ ) do corpo lúteo 10 dias após a ovulação das vacas e novilhas, previamente em anestro e tratadas com progesterona, apenas na propriedade 2. Este resultado é esperado, já que novilhas apresentam folículos de menor diâmetro e, por conseguinte, as dimensões do corpo lúteo estão correlacionadas com o diâmetro do folículo ovulatório. Desta forma, o diâmetro folicular apresentou correlação de Pearson positiva (0,35) com a área e volume do corpo lúteo, assim como observado por Wolfenson et al. (2004).

O período médio decorrido da retirada do implante intravaginal de progesterona à detecção do estro foi de  $39,0 \pm 7,4$  horas para as duas propriedades, com distribuição dos estros representado na figura 2. Este tempo foi menor ( $p < 0,05$ )

para as novilhas em comparação às vacas paridas. Isso se deve, provavelmente, à maior sensibilidade das novilhas à aplicação do cipionato de estradiol (ECP) que, para Wolfenson et al. (2004), novilhas possuem folículos mais estrogênicos e maior pico de LH e, por isso, podem apresentar estro de menor duração e ovulações mais precoces. Também, deve-se considerar que foi aplicada a mesma dose de ECP em vacas e novilhas, o que conferiu maior proporção dose/peso vivo nas novilhas.

Sanchez et al. (1995) verificaram que o diâmetro do folículo dominante, no dia da retirada do implante de progesterona, afeta o intervalo para a ovulação. No presente experimento, o diâmetro folicular nos dias da colocação e retirada do implante não apresentou qualquer correlação significativa com a ocorrência de estro, ovulação ou a probabilidade do animal ficar gestante, após a utilização do protocolo hormonal.

**Figura 2: Distribuição percentual de novilhas da raça Gir detectadas em estro após o tratamento hormonal com progesterona e estradiol, nas propriedades 1 e 2**



A tabela 9 contém as taxas de ovulação e de detecção de estros, seguidos ou não de ovulação, de novilhas das

propriedades 1 e 2, após protocolo hormonal com progesterona e estradiol.

**Tabela 9: Número e percentual de novilhas da raça Gir em anestro que manifestaram estro, seguido ou não de ovulação, após o tratamento hormonal com progesterona e estradiol, nas propriedades 1 e 2**

	Com ovulação		Sem ovulação		Total de animais	
	n	%	n	%	n	%
<b>Propriedade 1</b>						
Estros detectados	12	92,3	0	0,0	12	92,3
Estros não detectados	0	0,0	1	7,7	1	7,7
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>92,3</b>	<b>1</b>	<b>7,7</b>	<b>13</b>	<b>100,0</b>
<b>Propriedade 2</b>						
Estros detectados	12	80,0	0	0,0	12	80,0
Estros não detectados	2	13,3	1	6,7	3	20,0
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>93,3</b>	<b>1</b>	<b>6,7</b>	<b>15</b>	<b>100,0</b>

Na propriedade 1, foram detectadas 92,3% (12/13) de novilhas em estro e dessas todas apresentaram corpo lúteo ao exame ultra-sonográfico, 10 dias após a realização da terapia hormonal uma (1/13; 7,7%) das novilhas tratadas não foi

observada em estro e não ovulou; dois animais (2/13; 15,4%) repetiram estro ao longo do período experimental, sendo que um havia apresentado estro após o protocolo e o outro não; três animais (3/13; 23,0%) regrediram o corpo lúteo e foram

diagnosticados em anestro ao fim do período experimental.

Na propriedade 2 foram detectadas 80,0% (12/15) de novilhas em estro e 100,0% de ovulação, após o protocolo hormonal. Identificou-se duas ovulações (13,3%; 2/15) em fêmeas cujo estro não foi detectado, e um animal não apresentou estro e nem ovulação (6,6%; 1/15).

A resposta ao protocolo hormonal em novilhas em anestro apresentou valores satisfatórios no que se refere às taxas de detecção de estro e de ovulação, semelhantes aos encontrados na literatura e que variam de 79 a 94,0% em *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* (Gonzales-Padilla et al., 1975; Roche, 1976; Odde, 1990). Contudo, foram superiores aos de

Rae et al. (1999) que encontraram variação de 53 a 70,0%. Short et al. (1976) detectaram 88,6% dos estros com duas observações diárias e auxílio de rufião com buçal marcador. A resposta obtida no presente trabalho pode estar relacionada ao bom escore corporal, escore de útero médio ( $3,6 \pm 0,6$ ) e diâmetros do folículo dominante igual ou superior a 10mm, ao início do protocolo hormonal, o que conferem aos animais melhor condição metabólica e hormonal (Ferreira, 1990), com melhor capacidade de resposta ao protocolo hormonal (Amaral et al., 2008).

O percentual total de estros, número de novilhas gestantes, taxa de concepção e taxa de gestação, após o protocolo hormonal com progesterona e estradiol estão contidos na tabela 10.

**Tabela 10: Percentual total de detecção de estros, número de gestações, taxas de concepção e de gestação em novilhas da raça Gir após o tratamento hormonal com progesterona e estrógeno, nas propriedades 1 e 2**

	Estros detectados	Gestantes	Taxa de concepção	Taxa de gestação
	n (%)	n	n (%)	n (%)
Propriedade 1	12/13 (92,3)	8	8/12 (66,6)	8/13 (61,5)
Propriedade 2	12/15 (80,0)	5	5/12 (41,6)	5/15 (33,3)

Para a propriedade 1 as taxas de concepção e gestação de novilhas foram de 66,6% (8/12) e 61,5% (8/13), respectivamente, após a utilização da terapia hormonal; dois animais retornaram

ao estro, e destes, apenas um (50%) tornou-se gestante, totalizando 69,2% (9/13) de gestação ao final do período experimental. Dos animais não gestantes (4/13; 30,77%), apenas um apresentava

corpo lúteo, enquanto os outros três retornaram ao anestro. O número de inseminações por gestação foi de 1,6 e o tempo gasto do início dos tratamentos até a gestação foi, em média, de  $9,8 \pm 3,14$  dias.

As taxas de concepção e gestação na propriedade 2 foram de 41,6% (5/12) e 33,3% (5/15), respectivamente. Posteriormente, 20,0% (2/10) retornaram ao estro após  $16,3 \pm 6,4$  dias e gestaram, totalizando 46,7% (7/15) de gestação final. Ao final do período experimental, 53,3% (8/15) dos animais mantiveram a condição de anestro, e destas, uma novilha não respondeu ao protocolo e sete regrediram o corpo lúteo e retornaram ao anestro. Neste caso, as novilhas não ganharam peso ( $p > 0,05$ ) e perderam escore corporal ( $p < 0,05$ ) ao longo do experimento. Também, o escore do trato reprodutivo reduziu de  $3,37 \pm 0,34$  para  $2,95 \pm 0,28$  ( $p < 0,05$ ), o que pode ter comprometido a função reprodutiva e o percentual de animais retornando ao estro, após a aplicação da terapia hormonal (Kinder et al., 1995).

Embora o grupo das novilhas da propriedade 1 seja reduzido, a taxa de gestação foi superior aos 33 a 50,0% relatados por Roche (1976) e Odde (1990). Este resultado pode ser devido ao bom escore corporal e ao maior diâmetro

folicular no momento da colocação do implante intravaginal de progesterona, demonstrando que as novilhas da propriedade 1 apresentavam, possivelmente, melhor condição reprodutiva que os da propriedade 2.

O anestro em novilhas é dependente de uma série de fatores, tais como idade, adiposidade e peso vivo que atuam concomitantemente no desencadeamento da puberdade (Short e Bellows, 1971; Amstalden, 2000). Assim, a utilização de animais de baixo peso vivo ou muito jovens, embora apresentando bom escore corporal e com crescimento folicular satisfatório, apresentam boa resposta à indução hormonal do estro e da ovulação, mas taxas de gestação são insatisfatórias, como observado na propriedade 2. Isto se deve à possível imaturidade do sistema genital (escore de útero médio de  $3,37 \pm 0,34$ ) das novilhas, à menor fertilidade ao primeiro estro (Byerley et al., 1987) e ao elevado percentual (53,0%) de animais retornando ao anestro. Resultados inferiores também foram descritos por Short et al. (1976) e Lammoglia et al. (1998) que encontraram taxa de gestação, à primeira inseminação, variando de 7 a 22,0%, e taxa de gestação ao final das repetições de estro de 44 a 50,0%.

Comparando as novilhas ciclando e em anestro (tabela 6), verificou-se que a idade, o peso vivo e o escore da condição corporal inicial e final foram maiores ( $p < 0,05$ ) nas novilhas ciclando, e esta proporção foi mantida ao longo de todo o experimento, mostrando que estas variáveis podem atuar no desencadeamento da puberdade e na regularização da atividade luteal cíclica (Short e Bellows, 1971). Da mesma forma, a fertilidade apresentou maiores índices nas novilhas ciclando, assim como demonstrado por Byerley et al. (1987).

Wiltbank e Gonzalez-Padilla (1975) relataram que a sincronização de estro em novilhas ciclando é possível sem que haja comprometimento da fertilidade, o que não ocorre em novilhas pré-puberes, cuja indução do estro é frequentemente acompanhada de redução na fertilidade.

O peso corporal das novilhas em anestro estava abaixo dos 350 kg recomendados (65,0% do peso adulto; Dhuyvetter, 1999). Assim, deve-se repensar a utilização de novilhas de reposição abaixo do peso vivo recomendado pois, caso não haja correção do manejo, a antecipação da vida reprodutiva pode gerar, posteriormente, maior incidência de partos distócicos e comprometimento ao

desempenho pós-parto das vacas primíparas.

A utilização de terapias hormonais nas novilhas, considerando as discussões anteriores, representaram benefício para as propriedades, pois, quando utilizada de forma estratégica e baseada na condição reprodutiva, pode reduzir custos com a utilização de hormônios. Também, além de possibilitar sincronização e concentração de estros e a realização de inseminações artificiais, leva a antecipação da gestação, o que favorece a recuperação pós-parto e melhora a fertilidade das vacas primíparas na estação de monta subsequente (Wetterman et al., 2003).

#### *4.3. Aplicação de terapias hormonais em vacas solteiras*

As propriedades 1 e 2 apresentavam vacas solteiras em anestro, apesar do bom peso vivo e escore corporal. Assim, estes animais não foram utilizados nas análises estatísticas por, provavelmente, apresentarem algum problema de fertilidade que poderia comprometer os resultados.

Os dados referentes às idades, pesos vivos e escores da condição corporal das vacas solteiras ciclando das propriedades 1 e 2, no início e final do

período experimental, estão representados na tabela 11.

**Tabela 11: Idades, pesos vivos inicial (PI) e final (PF), escores da condição corporal inicial (ECCI) e final (ECCF) médios de vacas solteiras da raça Gir, nas propriedades 1 e 2**

	n	Idade (anos)	PI (Kg)	PF (Kg)	ECCI (1-5)	ECCF (1-5)
Propriedade 1	35	7,7 ± 3,6	385,4 ± 37,4A	446,9 ± 36,2B	3,0 ± 0,4A	3,7 ± 0,4B
Propriedade 2	40	-	407,8 ± 39,2A	455,3 ± 35,0B	3,9 ± 0,3A	3,7 ± 0,3A

Médias na mesma linha, para a mesma variável, seguidas de letras maiúsculas distintas, diferem pelo teste exato de Fisher ( $p < 0,05$ ), exceto escore corporal para o qual foi utilizado o teste de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ).

O peso corporal e escore da condição corporal aumentou ( $p < 0,05$ ) ao longo do período experimental, na propriedade 1, enquanto na propriedade 2 verificou-se diferença significativa apenas para o peso vivo. O ganho de peso vivo médio diário (661g e 551g por dia, nas propriedades 1 e 2, respectivamente) e a melhoria no escore corporal se deveu, principalmente, à melhoria na qualidade e disponibilidade de forragens ao longo do período experimental (estação chuvosa), atendendo melhor os requisitos nutricionais que, associado à condição de não lactantes, possibilitou maior ganho de peso dos animais.

O percentual de estros detectados, número de gestantes, taxas de concepção e de gestação em vacas solteiras, após uma, duas ou três (propriedade 3) aplicações de

prostaglandina  $F_{2\alpha}$  nas propriedades 1, 2, 3 e 5, estão contidos na tabela 12.

Com a primeira e segunda aplicações da prostaglandina  $F_{2\alpha}$  foram detectadas 85,7% (30/35) e 80,0 (4/5) das vacas em estro na propriedade 1, totalizando 97,1% (34/35) de detecção. Para a propriedade 2 detectou-se 65,0% (26/40) e 78,5% (11/14) de estros após a primeira e segunda aplicações de  $PGF_{2\alpha}$ , respectivamente, totalizando 92,5% (37/40) de estros detectados.

Na propriedade 2, o percentual de corpos lúteos classificados como jovens foram de 5,0% (2/40). Sendo assim, o percentual de detecção de estros, após a primeira aplicação  $PGF_{2\alpha}$ , pode estar relacionado ao tipo de manejo empregado durante as observações, que possibilitou possíveis perdas e erros na detecção de

estros. Também, a ocorrência de período chuvoso nos dias que sucederam a aplicação da PGF<sub>2α</sub> prejudicaram a observação dos estros, por dispersarem os animais nos piquetes e reduzirem a intensidade de manifestação, assim como verificado por outros autores (Galina et al., 1996; Orihuela 2000; Galina e Orihuela,

2007). Outros fatores a serem considerados são a ocorrência de estros noturnos e as atitudes dominantes e territorialistas dos rufiões que prejudicaram outras vacas de desempenharem atividades relacionadas ao comportamento sexual.

**Tabela 12: Percentual de estros detectados, número de gestantes, taxas de concepção e gestação após uma, duas e três (propriedade 3) aplicações de prostaglandina F<sub>2α</sub> em vacas solteiras das propriedades 1 e 2 (raça Gir), propriedade 3 (mestiças Gir x Nelore) e propriedade 5 (raças Gir, Indubrasil e mestiças *Bos taurus indicus*)**

	Estros detectados	Gestantes	Taxa de concepção	Taxa de gestação
	n (%)	N	n (%)	n (%)
<b>Propriedade 1</b>				
Primeira aplicação	30/35 (85,7)	16	16/30 (53,3)	16/35 (45,7)
Segunda aplicação	4/5 (80,0)	1	1/4 (25,0)	1/5 (20,0)
Total	34/35 (97,1)	11	17/34 (50,0)	17/35 (48,5)
<b>Propriedade 2</b>				
Primeira aplicação	26/40 (65,0)	13	13/26 (50,0)	13/40 (32,5)
Segunda aplicação	11/14 (78,5)	6	6/11 (54,5)	6/14 (42,8)
Total	37/40 (92,5)	19	19/37 (51,3)	19/40 (47,5)
<b>Propriedade 3</b>				
Primeira aplicação	36/61 (59,0)	19	19/36 (52,8)	19/61 (31,1)
Segunda aplicação	20/25 (80,0)	4	4/20 (20,0)	4/25 (16,0)
Terceira Aplicação	3/5 (60,0)	3	3/5 (60,0)	3/5 (60,0)
Total	59/61 (96,7)	26	26/59 (44,0)	26/61 (42,6)
<b>Propriedade 5</b>				
Vacas solteiras	12/18 (66,6)	8	8/12 (66,6)	8/18 (44,4)
Vacas paridas ciclando	7/17 (41,1)	3	3/7 (42,8)	3/17 (17,6)
Total	19/35 (54,2)	11	11/19 (57,8)	11/35 (31,4)

Na propriedade 3, a taxa de observação de estros após uma, duas ou três aplicações do análogo da prostaglandina F<sub>2α</sub> foram de 59,0% (36/61), 80,0 (20/25) e

60,0 (3/5), respectivamente, totalizando 96,7% (59/61) de estros ao final das três aplicações, incluindo todas as vacas solteiras trabalhadas na propriedade.

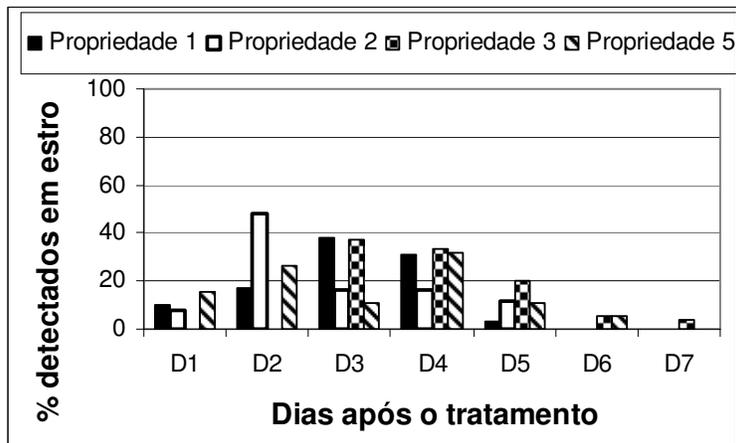
O intervalo da aplicação da prostaglandina  $F_{2\alpha}$  ao estro, para indução do abortamento nas vacas gestantes da propriedade 4, foi de  $98,2 \pm 26,2$  horas, com detecção de 83,3% (10/12) dos estros após a primeira aplicação e taxa de gestação de 58,3% (7/12), semelhante ( $p>0,05$ ) ao verificado nas vacas solteiras não gestantes. Uma vaca apresentou estro somente após a segunda aplicação da prostaglandina e um animal não manifestou estro.

Kastelic e Guinther (1989) verificaram que ao induzir o abortamento em novilhas, aos 28 dias de gestação, a luteólise e morte embrionária ocorrem rapidamente ( $2,3 \pm 0,2$  dias) e uma nova ovulação ocorre em, aproximadamente,  $2,4 \pm 0,3$  dias. Fernandes et al. (2002) não verificaram alterações na fertilidade de novilhas leiteiras após inseminações realizadas no primeiro estro regular após a indução do abortamento. Provavelmente, a indução precoce do abortamento, antes da ocorrência da placentação (Senger, 2003), tenha colaborado com o retorno ao estro e estabelecimento de nova gestação ao primeiro serviço.

Ao início do experimento na propriedade 5, verificou-se que 36,1% (35/97) dos animais possuíam corpo lúteo, sendo 18,5% (18/97) de vacas solteiras provenientes da estação de monta anterior e 17,5% (17/97) de vacas paridas. Para os animais ciclando, a condição corporal inicial foi semelhante ( $p>0,05$ ) entre as duas categorias ( $3,39 \pm 0,43$ ), e as vacas paridas ciclando apresentavam, em média,  $82,5 \pm 49,8$  dias pós-parto.

Após a aplicação da prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , detectou-se 66,6% (12/18) das vacas solteiras e 41,1% (7/17) das vacas paridas em estro, distribuídas segundo a figura 3. Estes resultados são similares aos 38 a 41,0% detectados por Hardin (1980) em *Bos taurus indicus*, Moreno et al. (1986) em vacas paridas da raça Indubrasil, e Pinheiro et al. (1998) em vacas da raça Nelore. Estes autores relatam grande dificuldade de se detectar o estro em zebuínos, mesmo em sistemas com três observações diárias.

**Figura 3:** Distribuição do percentual de vacas solteiras ciclando e detectadas em estros após a aplicação da PGF<sub>2α</sub>, nas propriedades 1 e 2 (raça Gir), propriedade 3 (mestiças Gir x Nelore) e propriedade 5 (raças Gir, Indubrasil e mestiças *Bos taurus indicus*)



Verifica-se tanto pelo intervalo de estros ( $34,5 \pm 7,7$  dias), quanto pelo número de animais detectados quando do retorno ao estro que, para a categoria das vacas solteiras, houve falhas detecção, já que 50,0% (5/10) dos animais não gestantes e ciclando foram detectados no retorno. As perdas ou erros na detecção de estro em zebuínos podem ocorrer principalmente por sua menor atividade sexual, menor duração do estro quando comparado com *Bos taurus taurus* e maior porcentagem de estros noturnos (Moreno et al., 1986; Galina et al., 1996; Pinheiro et al., 1998; Galina e Orihuela, 2007). Também, alguns animais não respondem à indução hormonal da luteólise (Lucy et al., 1986; Niswender et al., 2000), dependendo do estágio de desenvolvimento do corpo lúteo. Esta é

uma das prováveis causas da baixa detecção de estro em vacas paridas, baseados nos animais que não foram observadas em estro e nem marcadas pela tinta do buçal marcador.

As taxas de sincronização de estro variam bastante entre os dados da literatura. Orihuela et al. (1983) detectaram entre 56 e 62,0% dos estros de vacas *Bos taurus indicus*, observadas continuamente. Santos et al. (2000), trabalhando com vacas da raça Nelore, detectaram 87,5% dos estros com auxílio de rufião equipado com buçal marcador e três observações diárias (7:00h, 15:00h e 22:00h), durante 30 minutos. Borges et al. (2003) verificaram 92,0% dos estros em vacas da raça Gir observadas por uma hora, na mesma frequência anterior,

mas em horários diferentes (6:00h, 12:00h e 18:00h). Outros autores apresentaram variações de 70 a 90,0% na taxa de sincronização em raças taurinas após uma única aplicação de cloprostenol (Odde, 1990; Brauner et al., 2008). Taxas de detecção de estro próximas a 40,0% foram encontradas em vacas *Bos taurus indicus* (Hardin et al., 1980) e da raça Nelore (Pinheiro et al. 1998). Alves et al. (2003) sincronizaram vacas das raças Gir e Guzerá com duas aplicações de cloprostenol, intervaladas de 11 dias, e verificaram 83,9% de sincronização até 84 horas e de 95,0% até 96 horas após a segunda aplicação.

As melhores taxas de detecção de estro, no presente trabalho, podem estar relacionadas tanto com a maior experiência dos observadores, quanto a melhores critérios adotados, tais como: anotação e acompanhamento do comportamento dos animais em atividade sexual, movimentação periódica dos animais durante as observações (“rodeio”) e maior frequência de observação do estro. A utilização de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  concentra as vacas em estro (Orihuela et al., 1983) e, com isso, a possibilidade de se detectar o animal tratado quando comparado com a observação natural (Ferreira, 1991; Heersche e Nebel, 1993; Diskin e Sreenan,

2000). Isso se deve ao fato de diversos animais estarem em estro simultâneo, aumentando a atividade sexual com os demais animais do grupo sexualmente ativo (Galina et al., 1996; Landaeta-hernández et al., 2002; Galina e Orihuela, 2007).

O intervalo da aplicação de cloprostenol sódico à manifestação do estro foi semelhante entre as propriedades, sendo de  $79,2 \pm 23,9$ ,  $81,56 \pm 28,6$ ,  $91,9 \pm 24,8$  e  $84,63 \pm 47,23$  horas nas propriedades 1, 2, 3 e 5 (Figura 3), respectivamente. Estes valores foram superiores às  $70,5 \pm 4,8$  horas encontrada por Pinheiro et al. (1998) em vacas da raça Nelore e semelhantes ao observado por Borges (2001) em vacas das raças Nelore e Gir. Alves et al. (2003) encontraram intervalo reduzido e com menor variação de  $64,6 \pm 2,4$  e  $73,4 \pm 3,4$  horas, respectivamente, após duas aplicações de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  em vacas das raças Gir e Guzerá. Isso se deve, provavelmente, ao fato da segunda ou terceira aplicação, neste trabalho, terem sido aplicadas somente nos animais que não responderam à primeira aplicação e, por isso, o tratamento ocorreu da mesma forma, em um dia aleatório do ciclo estral, que confere maior variabilidade na resposta à prostaglandina (Kastelic et al., 1990).

Após as aplicações de prostaglandina, na propriedade 1, verificou-se taxas de concepção e gestação de 53,3% (16/30) e 45,7% (16/35) e de 25,0% (1/4) e 20,0% (1/5) após a primeira e segunda aplicações, respectivamente, totalizando 50,0% (17/34) e 48,5 (17/35) de taxas de concepção e gestação, respectivamente, ao final dos tratamentos.

Dos animais não gestantes à primeira inseminação, 94,4% (17/18) foram detectados retornando ao estro, e destes, 52,9% (9/17) ficaram gestantes, totalizando 74,3% (26/35) de vacas solteiras gestantes ao final do período experimental. Estes resultados são superiores aos verificados por Galina e Arthur (1990) e Santos et al. (2000) que relataram variação de 57 a 67,5% de vacas gestantes, usando sistemas de três observações diárias do estro. A média de inseminações/vaca gestante foi de 2,3, utilizando, em média,  $12,9 \pm 14,3$  dias para se tornarem gestantes na estação de monta.

Nas vacas solteiras da propriedade 2, as taxas de concepção e gestação após a primeira e segunda aplicação de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  foram de 50,0% (13/26) e 32,5 (13/40) e 54,5% (6/11) e 42,8 (6/14), respectivamente, e ao final das duas aplicações, verificou-se 51,3% (19/37) de

concepção e 47,5 (19/40) de gestação. Detectou-se 68,5% (15/21) dos animais não gestantes retornando em estro e, após a inseminação artificial, 60,0% (9/15) se tornaram gestantes, totalizando 70,0% (28/40) de gestação ao final do período experimental.

A detecção de estro no rebanho influencia o número de animais gestantes a cada serviço. Supondo que a taxa de concepção seja constante, quanto maior o número de animais detectados em estro, maior o número de inseminações realizadas. Assim, verificou-se elevada perda de estros em animais ciclando, embora os índices de detecção estejam semelhante à média encontrada na literatura. No entanto, ressalta-se a menor taxa de gestação encontrada para vacas ciclando, em torno de 30 a 40,0%, enquanto valores acima destes têm sido relatados na literatura (Stevenson et al., 1997; Santos et al., 2000).

Em comparação à propriedade 1, o desempenho reprodutivo foi relativamente menos satisfatório, considerando o percentual de perdas e falhas na detecção do estro, em decorrência ou não do comportamento particular do zebu, comprometendo o número de inseminações realizadas por ciclo, o que poderia ser minimizado equipando-se os rufiões com

buçal marcador. Outros fatores que devem ser ressaltados são a habilidade do inseminador, o correto manuseio do sêmen durante a descongelação, a realização da técnica e o local de deposição do sêmen durante o processo de inseminação que, em conjunto, influenciam grandemente a fertilidade (Senger et al., 1981; Barth, 1993). A falta de escrituração zootécnica e a ausência de estação de monta, por questões operacionais e de mercado, dificultam o acompanhamento do histórico reprodutivo e a construção de critérios de seleção dos animais. Também deve ser levado em consideração a endogamia inerente aos rebanhos Gir (Queiróz et al., 1993, 2000), que podem incrementar problemas de subfertilidade ao longo das gerações.

As taxas de concepção da propriedade 3 foram de 52,8% (19/36), 20,0% (4/20) e 100,0% (3/3) para a primeira, segunda e terceira aplicações de prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , respectivamente. Ao final das inseminações artificiais, as taxas de concepção final foi de 51,3 (19/37) e gestação de 42,6% (26/61). Pode-se considerar baixo o percentual de vacas gestantes neste experimento, uma vez se tratando de animais ciclando regularmente e quando comparado com os valores da literatura, entre 57 e 67,5% para vacas *Bos*

*taurus indicus* (Galina e Arthur, 1990, Santos et al., 2000).

Diversas causas podem tentar explicar a baixa fertilidade encontrada neste caso. O fato da propriedade não utilizar rotineiramente a inseminação artificial pode influenciar negativamente a habilidade do inseminador, uma vez que a manipulação correta do sêmen e sua deposição no local correto são fatores que influenciam a fertilidade (Barth, 1993; Senger, 2003a). Desta forma, este fator deve ser bastante considerado em programas de implantação da inseminação artificial.

Outro fator importante que deve ser discutido é o peso vivo dos animais. Verificou-se pelas pesagens mensais realizadas durante o ano de 2007 que, em decorrência período da seca, com a restrição na disponibilidade e qualidade da forragem, os animais perderam cerca de 23,8% do peso vivo no período de abril a outubro de 2007 (gráfico 1). A restrição alimentar leva à redução do diâmetro do folículo dominante à medida que se acentua a perda de peso e de escore corporal. Isto se deve à redução das concentrações de leptina e IGF-I e aumento da secreção de Neuropeptídeo-Y (Rhodes et al., 1995; Bossis et al., 1999; Stagg, 2000), até que se estabeleça o anestro, quando os animais

perdem, em média, 17,0% (Hale, 1975) e 22 a 24,0% (Ferreira, 1990; Diskin et al., 2003) do peso vivo inicial. O retorno ao estro não ocorre até haja recuperação do peso vivo a um patamar superior àquele quando iniciou o anestro (Hale, 1975; Ferreira, 1990; Diskin et al., 2003). Assim, é possível que os animais tenham recuperado a condição ovulatória, mas a recuperação da fertilidade depende da ocorrência de sucessivos ciclos estrais (Byerley et al., 1987).

Stevenson (1996), citado por Jesus e Gabriel (1998), propôs a seguinte equação da gestação ou da fertilidade:  $A \times B \times C \times D$  = taxa de gestação, na qual a eficiência da detecção de estro (A), fertilidade do rebanho (B), fertilidade do touro (C) e eficiência do inseminador (D) influenciam o resultado de gestação. Nesta equação, o fator humano influencia diretamente as variáveis (A e D) e que se aplica perfeitamente na situação da propriedade 2 e 3.

As variações do peso corporal dos animais em ciclando durante o ano de 2007 até o início das terapias hormonais, em fevereiro de 2008, estão representados no gráfico 1.

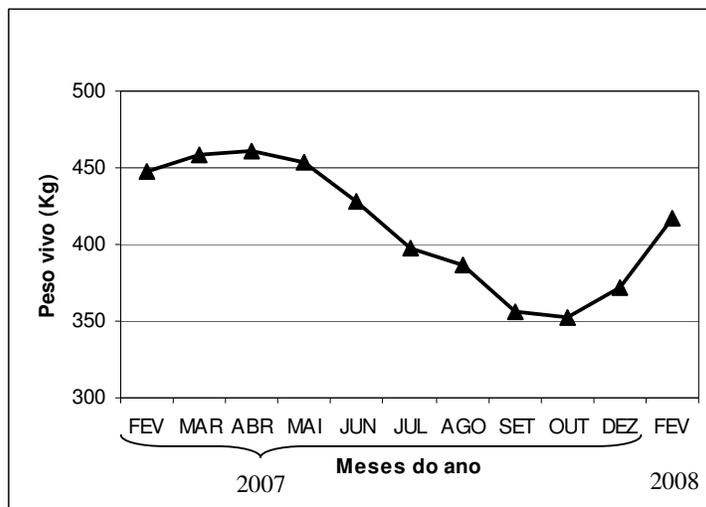
Outro fator importante que deve ser discutido é o peso vivo dos animais. Verificou-se pelas pesagens mensais realizadas durante o ano de 2007 que, em decorrência período da seca, com a restrição na disponibilidade e qualidade da forragem, os animais perderam cerca de 23,8% do peso vivo, no período de abril a outubro de 2007 (gráfico 1).

A restrição alimentar crônica leva à redução do diâmetro do folículo dominante à medida que se acentua a perda de peso e de escore corporal. Isto se deve à redução das concentrações de leptina e IGF-I e aumento da secreção de Neuropeptídeo-Y (Rhodes et al., 1995; Bossis et al., 1999; Stagg, 2000), até que se estabeleça o anestro, quando os animais perdem em média 17,0% (Hale, 1975) e 22 a 24,0% (Ferreira, 1990; Diskin et al., 2003) do peso vivo inicial. O retorno ao estro não ocorre até haja recuperação do peso vivo a um patamar superior àquele quando iniciou o anestro (Hale, 1975; Ferreira, 1990; Diskin et al., 2003). Assim, é possível que os animais tenham recuperado a condição ovulatória, mas a recuperação da fertilidade depende da ocorrência de sucessivos ciclos estrais (Byerley et al., 1987).

A evolução do peso corporal dos animais em ciclando e em anestro durante o ano de 2007 até o início das terapias

hormonais (seta) em fevereiro de 2008 estão representados no gráfico 1.

**Gráfico 1: Variações do peso corporal (kg) das vacas solteiras mestiças Gir x Nelore cíclicas, de fevereiro/2007 a fevereiro/2008, quando foram realizadas as terapias hormonais na propriedade 3**



O peso vivo dos animais ciclando foi menor ( $p < 0,05$ ) em relação às vacas em anestro (gráfico 2, pág. 80) no período de maio a agosto de 2007, quando haviam perdido aproximadamente 24,0% do peso vivo. Isto se justifica pelo fato de que, no início de 2007, os animais se encontravam lactantes e encerraram a lactação na seca, período em que houve restrição nutricional devido à redução na quantidade e qualidade das forragens.

Verificou-se aumento do peso corporal de outubro a fevereiro de 2008. Isto se deveu à ausência dos requisitos

nutricionais da lactação, à melhoria da qualidade das forragens com conseqüente recuperação da ciclicidade ovariana, mas, apesar disso, com fertilidade abaixo do esperado como o encontrado nos experimentos.

Os animais não gestantes foram mantidos com o touro da raça Holandês e ao final do período experimental verificou-se seis novas gestações, encerrando o período com 52,4% (32/61) de gestação.

Na propriedade 5, as taxas de concepção e gestação das vacas solteiras,

após a aplicação do análogo da prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , foram 66,6% (8/12) e 8/18 (44,4), respectivamente. A repetição de serviços ocorreu em  $34,5 \pm 7,7$  dias e foi obtido 80,0% (4/5) de concepção, encerrando o período das inseminações artificiais com taxa de gestação de 66,7% (12/18). Foram necessárias, em média, 1,5 inseminações artificiais por vaca gestante.

As vacas paridas ciclando apresentaram 42,8% (3/7) de concepção após a detecção do estro, sendo que apenas 17,6% (3/17) de gestações foram decorrentes da aplicação da prostaglandina  $F_{2\alpha}$ . Dos animais que repetiram o estro, em  $27,6 \pm 11,6$  dias, apenas quatro tinham sido inseminados, enquanto os outros sete foram detectados em estro pela primeira vez. Dentre os animais não gestantes ( $n=14$ ), 78,5% (11/14) foram detectados em estro e, para estes, a taxa de concepção foi de 90,9% (10/14). Este resultado é superior ( $p<0,05$ ) ao da primeira inseminação e, no final das inseminações artificiais, a taxa de gestação foi de 76,4% (13/17), com a utilização de 1,4 inseminações por vaca gestante.

A taxa de concepção das vacas solteiras (66,6%) foi semelhantes ( $p>0,05$ ) à de vacas paridas ciclando (42,8%).

Todavia, o percentual de gestação foi influenciado pela baixa taxa de detecção de estros desta última categoria. É possível que as vacas paridas estivessem em seus primeiros ciclos estrais do pós-parto, quando a fertilidade é ainda menor (Byerley, 1987). Também, o baixo percentual de estros detectados, após a aplicação da prostaglandina  $F_{2\alpha}$  nesta categoria, pode indicar a presença de corpos lúteos jovens ou menor sensibilidade desses animais à dosagem utilizada de  $PGF_{2\alpha}$  e, quando retornaram ao estro, pôde-se verificar aumento ( $p<0,05$ ) na taxa de concepção (90,9%; 10/11) dos animais inseminados.

Após o final do período de inseminações artificiais na propriedade 5, a introdução de touro para monta natural possibilitou aumento da fertilidade em 16,7% (3/18) e 17,7% (3/17) das vacas solteiras e paridas ciclando, respectivamente. Este resultado pode indicar que esta prática incrementa a fertilidade em propriedades cuja estação de monta é prolongada (120 dias), minimizando as consequências dos erros de inseminação e detecção de estro, reduzindo, assim, o descarte de matrizes e aumentando o número de bezerras nascidas (Stevenson et al., 1997; Holm et al., 2008).

As particularidades do ciclo estral e do comportamento sexual do zebu, a menor duração do estro e menor atividade sexual têm sido apontados como interferências diretas nos programas de inseminação artificial (Galina et al., 1996; Galina e Orihuela, 2007). Entretanto, no presente trabalho, não foi verificada dificuldade em se monitorar o comportamento de estro dos animais, ao contrário dos relatos de poucas aceitações de monta/hora, citados por Galina et al. (1996).

Nestas propriedades, os índices de detecção de estro foram elevados. Os animais identificados em estro apresentaram comportamento sexual ativo, montando e aceitando monta diversas vezes ao dia. Assim, é possível que as perdas e falhas de detecção estejam relacionadas com estros de curta duração, manifestações noturnas (Moreno et al., 1986) e refratariedade ao tratamento com prostaglandina (Lucy et al., 1986). A utilização de rufiões equipados com buçal marcador ou outro sistema de monitoramento noturno, na maioria das vezes de pouca aplicação prática, pode ser uma ferramenta para minimizar estas falhas.

A sincronização de estros em animais ciclando apresentou excelentes resultados, compatíveis ou até superiores aos relatados na literatura. Foram obtidas gestações a um custo mais baixo por sincronização, devido a utilização de metade da dose de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  e por não associar progesterona ou progestógenos nos protocolos hormonais. Também, a utilização do análogo da prostaglandina antecipou e aumentou a taxa de detecção de estro, durante a estação de monta, e possibilitou a utilização da inseminação artificial na propriedade 3 que não utilizava rotineiramente essa técnica. Logo, possibilitou maior número de animais inseminados, em um reduzido espaço de tempo, embora as taxas de gestação apresentassem variações entre as propriedades devido aos fatores já discutidos acima.

#### *4.4. Aplicação de terapias hormonais em vacas paridas em anestro*

As médias de idade, peso vivo e escore da condição corporal das vacas paridas, ao longo do experimento, nas propriedades 1 e 2 estão representadas na tabela 13.

**Tabela 13: Idades, pesos vivos inicial (PI) e final (PF), escores da condição corporal inicial (ECCI) e final (ECCF) médios das vacas paridas da raça Gir, nas propriedades 1 e 2**

Vacas	n	Idade	PI (Kg)	PF (Kg)	ECCI (1-5)	ECCF (1-5)
<b>Propriedade 1</b>						
Solteiras	35	7,7 ± 3,7a	385,5 ± 36,1aA	445,4 ± 38,5aB	3,0 ± 0,4aA	3,7 ± 0,4aB
Paridas	48	6,7 ± 3,6a	350,9 ± 42,8bA	391,9 ± 38,2bB	2,8 ± 0,4bA	2,9 ± 0,3bB
<b>Propriedade 2</b>						
Solteiras	40	-	404,2 ± 35,8aA	451,7 ± 33,5aB	3,7 ± 0,3aA	3,7 ± 0,3aA
Paridas	47	-	369,7 ± 36,2bA	374,5 ± 35,2bA	2,6 ± 0,4bA	2,9 ± 0,3bB

Médias na mesma coluna, seguidas por letras minúsculas distintas, diferem pelo teste exato de Fisher ( $p < 0,05$ ), exceto escore corporal para o qual foi utilizado o teste de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ). Médias na mesma linha, para a mesma variável, seguidas de letras maiúsculas distintas, diferem pelo teste exato de Fisher ( $p < 0,05$ ), exceto escore corporal para o qual foi utilizado o teste de Wilcoxon ( $p < 0,05$ ).

Verificou-se que ao longo do experimento as vacas paridas da propriedade 1 ganharam de peso (440g/dia) e melhoraram o escore da condição corporal ( $p < 0,05$ ). Isto demonstra que com o avançar da lactação e melhoria da qualidade das pastagens, as vacas recuperam a condição corporal e ganham peso vivo no pós-parto. Por outro lado, na propriedade 2, verificou-se apenas melhoria do escore

corporal ao longo do experimento, sem aumento significativo do peso vivo.

Os diâmetros do maior folículo nos dias da colocação e retirada do implante intravaginal de progesterona, em vacas paridas em anestro, além da área e volume do corpos lúteos avaliados 10 dias após a ovulação, estão contidos na tabela 14.

**Tabela 14: Diâmetros foliculares na colocação (FOLC) e na retirada (FOLR) do implante intravaginal de progesterona, área (CLa) e volume (CLv) do corpo lúteo formado após o tratamento hormonal de vacas paridas em anestro, nas propriedades 1 e 2 (raça Gir), propriedade 3 (mestiças Gir x Nelore), propriedade 4 (raça Gir) e propriedade 5 (raças Gir, Indubrasil e mestiças *Bos taurus indicus*)**

Vacas paridas	n	FOLC (mm)	FOLR (mm)	CLa (cm <sup>2</sup> )	CLv (cm <sup>3</sup> )
Propriedade 1	48	9,5 ± 2,1	8,9 ± 0,2	2,0 ± 0,7	2,0 ± 1,0
Propriedade 2	47	9,0 ± 2,4	8,4 ± 2,6	2,2 ± 0,5	2,2 ± 0,8
Propriedade 3	22	10,9 ± 2,4	-	-	-
Propriedade 4	17	11,0 ± 2,3	-	-	-
Propriedade 5	62	11,2 ± 2,8	-	-	-

Médias na mesma linha, para a mesma variável, seguidas de letras maiúsculas distintas, diferem pelo teste exato de Fisher ( $p < 0,05$ ).

Foi observado menor ( $p < 0,05$ ) diâmetro folicular nas vacas paridas do que o verificado nas novilhas em anestro, na propriedade 1. O menor diâmetro do folículo dominante, no início da terapia hormonal das vacas paridas, está provavelmente relacionado com os fatores nutricionais e metabólicos do parto e do estabelecimento da lactação. Estes fatores interferem negativamente no crescimento folicular e no retorno da atividade ovariana luteal cíclica pós-parto (Ferreira et al., 2000; Diskin et al., 2003; Vanholder et al., 2006).

Os diâmetros foliculares na colocação ou na retirada do implante, no presente experimento, não apresentou qualquer relação estatisticamente significativa com a ocorrência de estro, ovulação ou a probabilidade do animal ficar gestante.

A utilização de terapias hormonais não garante a ocorrência da ovulação, após a retirada do implante de progesterona. A ocorrência de estros anovulatórios e ovulações sem manifestação dos sinais de estro também pode ocorrer (Fike et al., 1997). Da mesma forma, animais que ovulam com o auxílio de terapias hormonais também podem regredir o corpo lúteo formado e retornar ao anestro (Palomarez-Naveda et al., 2008) ou, então, iniciar a atividade ovariana luteal cíclica (Short et al., 1976; Lammoglia et al., 1998).

A tabela 15 contém a resposta ao protocolo hormonal com progesterona e estradiol, de vacas paridas em anestro, no que se refere à resposta ovulatória e a taxa de estros, na propriedade 1 e 2.

**Tabela 15: Número e percentual de vacas da raça Gir, paridas e em anestro, que manifestaram estro, seguido ou não de ovulação, após o tratamento hormonal com progesterona e estradiol, nas propriedades 1 e 2**

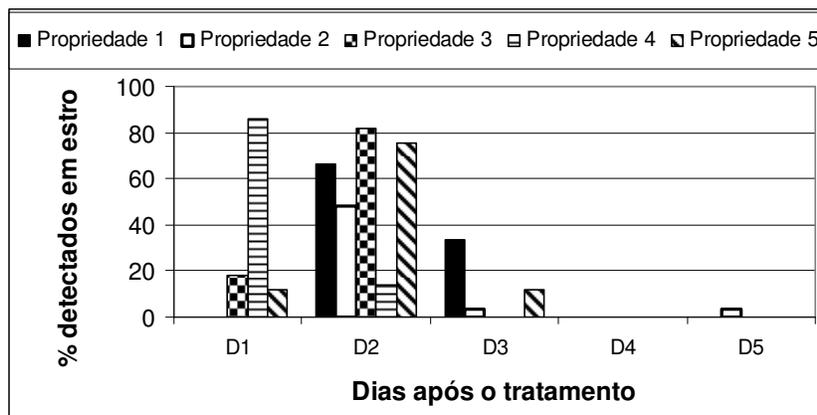
	Com ovulação		Sem ovulação		Total de animais	
	n	%	n	%	n	%
<b>Propriedade 1</b>						
Estro detectado	20	90,9	2	9,1	22	45,8
Não detectado	5	19,2	21	80,7	26	54,2
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>52,0</b>	<b>23</b>	<b>48,0</b>	<b>48</b>	<b>100,0</b>
<b>Propriedade 2</b>						
Estro detectado	8	53,3	7	46,7	15	31,9
Não detectado	6	18,7	26	81,3	32	68,1
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>29,8</b>	<b>33</b>	<b>70,2</b>	<b>47</b>	<b>100,0</b>

A relação linha e coluna das propriedades 1 e 2 são significativas pelo teste do qui-quadrado ( $p < 0,05$ )

As vacas da propriedade 1 apresentavam diâmetro folicular médio de  $9,5 \pm 2,1\text{mm}$ , no dia da colocação do implante intravaginal de progesterona. As taxas de detecção de estro e ovulação foram de 45,8% (22/48) e 52,0% (25/48), respectivamente, após  $50,0 \pm 8,6$  horas da retirada do implante (figura 4). As vacas

identificadas em estro apresentaram 90,9% (20/22) de ovulação e, ao contrário, ocorreram cinco ovulações (5/25; 19,2%) não acompanhadas pela manifestação de estro. Verificou-se 43,7% (21/48) de vacas não respondendo ao tratamento de indução do estro com progesterona e estradiol.

**Figura 4: Distribuição percentual de vacas paridas em anestro e detectadas em estros após o tratamento com progesterona e estradiol, nas propriedades 1, 2 e 4 (Gir), propriedade 3 (mestiças Gir x Nelore) e propriedade 5 (Gir, Indubrasil e mestiças *Bos taurus indicus*)**



Na propriedade 2, 31,9% (15/47) das vacas foram detectadas em estro, em média, após  $54,5 \pm 22,5$  horas. O diâmetro folicular no dia da colocação do implante intravaginal foi de  $9,0 \pm 2,4\text{mm}$ , e destes, 53,3% (8/15) apresentaram ovulação e 46,7% (7/15) apresentaram estro anovulatório. Ocorrências de ovulação sem manifestação de estro somaram 19,2% (5/26) dos animais não detectados em estro. O percentual de animais que não foram

detectados em estro e não apresentaram corpo lúteo representam 43,7% (21/47) dos animais.

Os resultados obtidos nas propriedades 1 e 2 são semelhantes aos de Bastos et al. (2004) que verificaram aumento na taxa de detecção de estro, de 20 para 50,0%, proporcional à melhoria do escore corporal, de 2 para 3 (escala de 1 a 5), em vacas da raça Aberdeen Angus.

Neste experimento, verificou-se taxas de detecção de estro de 32 e 46,0% em vacas com escore corporal médio de 2,6 e 2,8, respectivamente.

No início da terapia hormonal com progesterona, o diâmetro médio do folículo dominante das vacas da propriedade 3 foi de  $10,9 \pm 2,4$  mm, e o percentual de detecção de estro foi de 50,0% (11/22). Há dificuldade em comparar trabalhos realizados com as raças Gir e Nelore, pois a maioria deles opta pela inseminação artificial em tempo fixo, ao invés de observar o estro após a terapia hormonal. O intervalo da aplicação do ECP ao estro foi de  $49,20 \pm 6,81$  horas, assim como o encontrado por Lammoglia et al. (1998) e Borges e Gregory (2003), como demonstrado na figura 4.

Percentual de detecção de estro superiores ao encontrado neste trabalho foram verificados tanto em vacas de corte (75,8%; Borges e Gregory, 2003) quanto em vacas leiteiras (87,0%; Rhodes et al., 2003). Ruas et al. (2005) trabalharam com primíparas F1 *Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus* e verificaram taxas variando de 68,7 a 81,2% de detecção de estro, em função do peso corporal da vacas.

A taxa de ovulação, após a detecção do estro, foi de 90,0%, e são

superiores aos 63,6% encontrados por Borges e Gregory (2003) com vacas mestiças de corte, aos 77,8 a 79,0% encontrados em vacas taurinas de corte (Ross et al., 2004) e leiteiras (Rhodes et al., 2001, citado por Rhodes et al., 2003), respectivamente.

De forma geral, as taxas de detecção de estro e ovulação foram, neste experimento, inferiores aos relatados por diversos autores que também trabalharam com animais em anestro pós-parto, e com escore corporal médio semelhante. O percentual de detecção de estros tem variado de 35 a 82,0% em sistemas utilizando duas observações, com ou sem auxílio de rufiões (Odde 1990; Fike et al., 1997; Lammoglia et al., 1998; Borges e Gregory, 2003; Brauner et al., 2008; Palomares-Naveda et al., 2008). Também, as taxas de ovulação decorridas de manifestação de estro variaram de 53,0% a 84,0% do total de animais, tanto *Bos taurus taurus* quanto *Bos taurus indicus* e seus cruzamentos (Fike et al., 1997; Borges e Gregory, 2003; Ross et al., 2004).

Na propriedade 4, o diâmetro médio do maior folículo no início do protocolo hormonal foi  $11,0 \pm 2,3$  mm e, após a retirada do implante de progesterona, 82,3% (14/17) dos animais foram detec-

tados em estro, em média,  $13,71 \pm 4,35$  horas após a remoção do implante (figura 4). Este intervalo foi menor que o encontrado em vacas *Bos taurus indicus* (Cavaliere et al., 1997) e *Bos taurus taurus* (Lammoglia et al., 1998), e àqueles observados nas propriedades 1 e 2. É provável que o maior diâmetro folicular, na retirada do implante, leve à resposta mais rápida ao estrógeno exógeno utilizado como agente indutor de ovulação (Sanchez et al., 1995).

As vacas em anestro da propriedade 5, quando submetidas à terapia hormonal com progesterona e estrógeno, estavam todas submetidas ao regime de uma amamentação diária e apresentavam folículo dominante com maior diâmetro ( $11,2 \pm 2,8$  mm), no momento da colocação do implante. Os animais apresentaram estro, em média,  $41,84 \pm 12,57$  horas após a retirada do implante de progesterona (figura 4) e 69,3% (43/62) das vacas foram detectadas em estro.

Bastos et al. (2004) detectaram 50,0% de estros em vacas azebuadas e com escore corporal médio de 3,5, Ruas et al. (2005) verificaram estro variando de 68,7 a

81,2% em vacas primíparas, mestiças F1, Holandês x Zebu.

A taxa de detecção de estros foi superior às observadas por outros autores (Bastos et al., 2004; Brauner et al., 2008) e semelhante ao encontrado em vacas mestiças leiteiras (Ruas et al., 2005). Valores superiores (75,8%) foram encontrados por Borges e Gregory (2003). Nestas propriedades (4 e 5) também não foi possível confirmar a taxa de ovulação após a aplicação da terapia hormonal, mas verificou-se grande percentual (70,0%) de estros em animais que apresentavam diâmetro folicular superior a 10 mm, assim como verificado por Amaral et al. (2008). Estes autores encontraram alta correlação entre o diâmetro folicular e a ocorrência do estro e da ovulação em vacas da raça Gir leiteiro no pós-parto recente.

O percentual total de animais detectados em estro, número de gestantes, taxas de concepção e de gestação de vacas paridas em anestro das propriedades 1, 2, 3, 4 e 5, após o protocolo hormonal com progesterona e estradiol, está descrito na tabela 16.

**Tabela 16: Percentual total de animais detectados em estro, número de gestantes, taxas de concepção e gestação após o tratamento hormonal com progesterona e estradiol de vacas paridas em anestro das propriedades 1 e 2 (raça Gir), propriedade 3 (mestiças Gir x Nelore), propriedade 4 (raça Gir) e propriedade 5 (raças Gir, Indubrasil e mestiças *Bos taurus indicus*)**

	Estros detectados	Gestantes	Taxa de concepção	Taxa de gestação
	n (%)	n	n (%)	n (%)
Propriedade 1	45,8 (22/48)	9	9/22 (40,9)	9/48 (18,8)
Propriedade 2	31,9 (15/47)	2	2/15 (13,3)	2/47 (4,2)
Propriedade 3	50,0 (11/22)	2	2/11 (18,1)	2/22 (9,0)
Propriedade 4	82,3 (14/17)	8	8/14 (57,1)	8/17 (47,0)
Propriedade 5	43/62 (69,3)	23	23/43 (53,4)	23/62 (37,0)

Do total de vacas paridas na propriedade 1 obteve-se taxas de concepção e gestação de 40,9% (9/22) e 18,8% (9/48), respectivamente, após tratamento com progesterona. Posteriormente, 22,9% (11/48) dos animais foram detectados em estro, e destes, 27,3% (3/11) tornaram-se gestantes, totalizando 25,0% (12/48) de gestação, após média de 3,1 inseminações/vaca gestante. Daqueles animais não gestantes (36 animais), 28 (58,3%) encontravam-se em anestro e oito (22,2%) apresentavam corpo lúteo, o que pode caracterizar o percentual de falha na detecção de estro. Foi verificado que 36,0% (9/25) dos animais que ovularam, após o protocolo hormonal, independente de apresentarem estro ou não, regrediram o corpo lúteo e retornaram à condição de anestro.

Com a utilização do protocolo hormonal na propriedade 2, apenas duas

vacas paridas (4,3%; 2/47) ficaram gestantes. A taxa de retorno ao estro foi de 10,6% (5/47), quando duas novas vacas ficaram gestantes após a inseminação artificial. O intervalo de estros foi de  $35,0 \pm 11,2$  dias, demonstrando possíveis falhas na detecção de estro. Ao final do período experimental, observou-se 8,5% (4/47) de vacas gestantes, 6,4% (3/47) das vacas apresentando corpo lúteo e não gestantes, e 85,1% (40/47) das vacas foram diagnosticadas em anestro. O retorno ao estro ocorre com maior eficiência quando o animal mantém ou ganha peso nos primeiros três meses pós-parto e, caso contrário, o anestro pode se estender por um longo período (Patil e Deshpande, 1981, citados por Abeygunawardena e Dematawewa, 2004).

Nas propriedades anteriormente citadas, os animais apresentavam escore da condição corporal relativamente baixo e

diâmetro folicular menor que 10 mm. O retorno da atividade ovariana no pós-parto depende, além de outros fatores, da condição corporal ao parto e da intensidade das perdas de reservas corporais no pós-parto (Ferreira, 1991; Wettemann et al., 2003). Estas variáveis estão correlacionadas com a quantidade de LH na hipófise e com as concentrações circulantes de fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-I), insulina e glicose (Yavas e Walton, 2000b), que influenciam o crescimento folicular.

A perda de escore corporal, decorrentes do balanço energético negativo lactacional, o aumento da liberação do neuropeptídeo-Y, a redução das concentrações de leptina, insulina, glicose e IGF-I, associado à presença da cria que aumenta o tônus opióide, constituem as principais vias de inibição relacionada à habilidade materna, e que interferem negativamente na secreção do hormônio liberador de gonadotropinas (GnRH), o que resulta em crescimento folicular sem ovulação (Whisnant et al., 1986a; Ferreira, 1990; Stagg et al., 1998; Yavas e Walton, 2000; Driancourt 2001; Amstalden, 2003; Diskin et al., 2003).

A restrição da amamentação possibilita alterações nas concentrações de LH e IGF-I (Whisnant et al., 1986a; Stagg

et al., 1998) e apresenta benefícios para o crescimento folicular no pós-parto, principalmente por minimizar o vínculo afetivo com a cria, aumentando o diâmetro do folículo dominante (Quintans et al., 2004) e favorecendo o retorno à ciclicidade (Bustamante, 1995). A remoção temporária ou definitiva da cria favorece tanto a ocorrência da primeira ovulação no pós-parto quanto à ocorrência de ciclos estrais curtos, devido à baixa qualidade do folículo ovulado ou, apenas, luteinizado (Ramirez-Godinez et al., 1981; Diskin et al., 2001; Quintans et al., 2004).

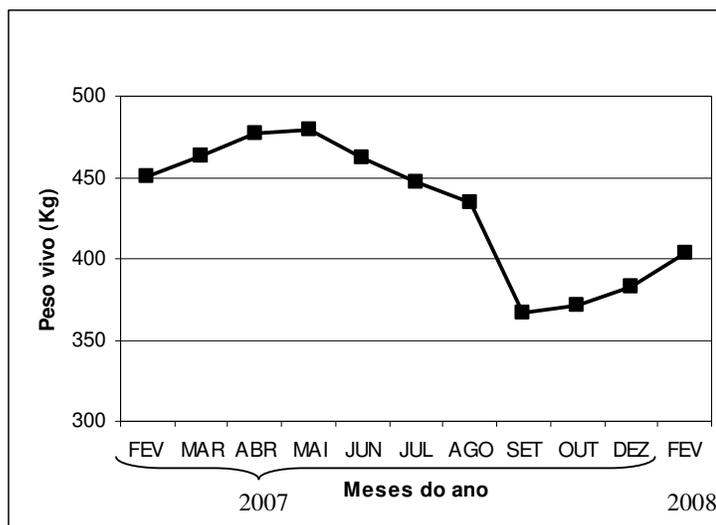
Diversos autores apontam a utilização de progesterona/progestógenos para reduzir em a ocorrência de ciclos estrais curtos, melhorando a taxa de gestação (Ramirez-Godinez et al., 1981; Fike et al., 1997; Moreira et al., 1999; Xu e Burton, 2000; Mialot et al., 2003; Larson et al., 2006; Wheaton e Lamb, 2007). Isto não foi observado no presente estudo devido ao pequeno número de animais que retornaram ao estro, e pelo grande número de vacas que não responderam ou que retornaram ao anestro, após a aplicação da terapia hormonal.

No final do período experimental, aqueles animais em anestro foram submetidos à desmama precoce para tentar

reverter a condição ovariana, e assim, 46,4% (13/28) e 45,5% (18/40) das vacas apresentaram corpo lúteo até 30 dias após a realização da desmama, nas propriedades 1 e 2, respectivamente. Esses dados mostram que ao interromper os fatores relacionados ao anestro (lactação e relação materna-cria), o animal passa por alterações endócrinas que favorecem a ocorrência de novos ciclos estrais (Whisnant et al., 1986a; Stagg et al., 1998; Diskin et al., 2001; Quintans et al., 2004). O tempo para o restabelecimento da ciclicidade, após a desmama, depende da condição corporal e das reservas de energia após a desmama (Makarechian e Arthur, 1990; Bishop et al., 1994).

Na propriedade 3, embora a taxa de detecção de estro tenha sido semelhante aos dados de outros autores (Bastos et al., 2004; Brauner et al., 2008), as taxas de concepção (18,2%; 2/11) e de gestação (9,1%; 2/22) foram baixas. Mesmo apresentando bom escore corporal e folículos dominantes de maior diâmetro, no início dos tratamentos, verifica-se no gráfico 2 que os animais perderam 23,4% do peso vivo devido à restrição alimentar e à maior exigência nutricional no terço final da gestação. No início dos tratamentos hormonais estes ainda não haviam recuperado o peso corporal inicial, nem a ciclicidade ovariana.

**Gráfico 2: Evolução do peso corporal (kg) das vacas paridas Gir x Nelore de fevereiro/2007 a fevereiro/2008 quando iniciou-se as terapias hormonais na propriedade 3**



Os animais em anestro, no início do ano de 2007, estavam no princípio da gestação e apresentaram ganho de peso ( $p < 0,05$ ) durante a estação chuvosa, antes do início da estação seca, em maio do mesmo ano. No entanto, pode-se observar que estes apresentaram intensa redução (23,4%) no peso corporal, principalmente de agosto a setembro de 2007, devido ao aumento das exigências nutricionais no terço final da gestação, e à redução da qualidade e disponibilidade das forragens.

A estação de parição ocorreu, em sua maioria, entre novembro e dezembro, quando ainda apresentavam baixos peso vivo e escore corporal, o que pode ter comprometido o retorno à ciclicidade aos  $101,5 \pm 66,7$  dias pós-parto, quando iniciados os tratamentos hormonais.

Ao final do período experimental constatou-se 68,2% (15/22) de vacas em anestro e de 22,7% (5/22) apresentando corpos lúteos, mas não gestantes, embora mantidas com touro. A elevada percentagem de animais em anestro pode estar relacionada, além do peso corporal, à maior demanda de lactação, à permanência constante das vacas com suas crias que aumenta o tônus opióide (Whisnant et al., 1986b; Amstalden, 2003) e que reduz a probabilidade de ovulação (Ferreira, 1991;

Yavas e Walton, 2000; Wettemann et al., 2003; Montiel e Ahuja, 2005), devido à redução da secreção de GnRH (Williams et al., 1982, 1987, 1990; Driancourt, 2000; Diskin et al., 2003).

De forma geral, a fertilidade das vacas Nelogir foi inferior ao esperado, tanto nas vacas ciclando quanto nas vacas em anestro. No entanto, devido às razões anteriormente descritas e à condição lactacional em que esses animais se encontravam, impossibilitam qualquer inferência sobre o real potencial produtivo e reprodutivo destes animais. O acompanhamento do peso vivo e do escore da condição corporal ao longo do ano, como realizado na propriedade, funciona como boa ferramenta para antever acontecimentos, a ponto de realizar possíveis intervenções no manejo, antes que se instale o problema e que este só possa ser revertido na próxima estação de monta.

O manejo de amamentação, quando possível de ser realizada, poderia colaborar com o retorno precoce à atividade ovariana e representam diversos benefícios, tais como a parição concentrada no início da estação de nascimentos, maior tempo de recuperação do escore corporal no período das águas e menores perdas de peso vivo, mesmo em propriedades que não seguem o

regime de estação de monta, mas que, ainda, é observada tendência das gestações ocorrerem no período chuvoso, quando há maior disponibilidade de forragens.

As taxas de gestação das propriedades acima citadas, são inferiores à variação encontrada na literatura, de 26,5% a 66,0% em vacas paridas (Stevenson et al., 1997; Borges e Gregory, 2003; Ruas et al., 2005; Brauner et al., 2008). Da mesma forma, Bastos et al. (2004) encontraram taxas de gestação que variavam de 30 a 66,6% de acordo com a melhoria do escore corporal das vacas. Short et al. (1990) apontam o anestro como sendo a principal causa de baixa fertilidade no pós-parto e, normalmente, a indução hormonal da ovulação ocorre nesta fase em que o animal não se encontra metabolicamente e fisicamente preparado para uma nova gestação, quando o maior percentual de animais permanecem em anestro.

A utilização de protocolos hormonais é indicada para todas as categorias animais. No entanto, os resultados da literatura são bastante variáveis (Tabela 1, pág. 42). Além do tipo de hormônio utilizado, um grande fator de variação são as condições em que os animais se encontram, quando da aplicação da terapia hormonal. As vacas paridas, por

apresentarem diversos fatores que interferem com a eficiência reprodutiva no pós-parto, demonstram grande variação de resultados e que, muitas vezes, realizam análises conjuntas dos dados obtidos com animais pós-parto, ciclando e em anestro (Odde, 1990; Lammoglia et al., 1998).

A lactação e a presença da cria, associadas ao regime de duas amamentações diárias adotado no presente trabalho, parece não ter influenciado na melhoria da resposta aos protocolos, reduzindo os efeitos causados pela presença da cria (Fike et al., 1997; Quintans et al., 2004; Wheaton e Lamb, 2007) e a redução das perdas de escore corporal nas propriedades 1 e 2. Adicionalmente, na propriedade 2, o efeito da heterose nos bezerro mestiços *Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus* aumenta em até 20,0% o peso ao desmame (Reynolds et al., 1963; Ordonez et al., 1974). Desta forma, a espoliação da vaca seria maior quando comparado aos bezerros *Bos taurus indicus* puros, que normalmente carecem de maior assistência para a amamentação e, portanto, sugam menos suas mães nos primeiros dias de vida. Logo, a condição corporal ao início da terapia hormonal deve ser considerada, uma vez que a capacidade do tratamento com progesterona em superar os efeitos

causadores do anestro varia muito entre animais (Fike et al., 1997).

As taxas de concepção e de gestação foram de 66,6% (8/12) e 47,1% (8/17), na propriedade 4, respectivamente, semelhante à variação de 26,5 a 66,0% relatados por diversos autores (Stevenson et al., 1997; Borges e Gregory, 2003; Bastos et al., 2004; Ruas et al., 2005; Brauner et al., 2008). Ao final do período experimental, aproximadamente 35 dias após a aplicação da terapia hormonal, também foram identificadas duas vacas (11,8%; 2/17) não gestantes e apresentando corpo lúteo, e as demais 41,2% (7/17) dos animais permaneciam em anestro.

A idade média ( $10,49 \pm 6,04$  anos) das vacas tratadas é considerada elevada e normalmente relaciona-se com menor fertilidade. Do total de animais, 58,0% (10/17) possuía idade entre 12 e 19 anos. Diversas alterações endócrinas tais como aumento da concentração de FSH, devido à menor secreção de inibina, o menor recrutamento de folículos de 4-5 mm na onda folicular, a redução da reserva folicular dos ovários, o maior comprimento das ondas foliculares, a pior qualidade de folículos e do corpo lúteo podem ocorrer nas vacas mais velhas e compromete sua fertilidade (Malhi et al., 2005, 2006, 2007).

Erickson et al. (1976) verificaram que 55,0% das vacas de um rebanho *Bos taurus taurus* eram inférteis aos 13 anos de idade. Da mesma forma, Malhi et al. (2006) verificaram resposta mais tardia para a indução do pico de LH com cipionato de estradiol, após a terapia hormonal, quando compararam vacas de 13 a 14 anos com as próprias filhas de 1 a 4 anos de idade.

Ainda que a idade dos animais trabalhados fosse avançada, o resultado do protocolo hormonal apresentou-se bastante satisfatório. Dos animais gestantes, verificou-se que 62,5% (5/8) apresentavam idade acima de 14 anos. O manejo adotado na propriedade, a melhoria na qualidade das forragens, e a evolução dos dias pós-parto possibilitaram a mudança no metabolismo das vacas e proporcionou aumento progressivo no diâmetro folicular. Assim, esta última variável, antes da aplicação da terapia hormonal, resultou em boa resposta de estros e gestações após a retirada do implante, mesmo em animais apresentando escore corporal relativamente baixo ( $2,7 \pm 0,5$ ) (Walters et al., 1982; Diskin et al., 2003; Gil, 2003; Abeygunawardena e Dematawewa, 2004; Hess et al., 2005).

Na propriedade 4, a maioria dos animais avaliados estavam gestantes ou apresentavam corpo lúteo, e eram mantidos

constantemente com touros. A presença da cria e os efeitos da lactação, associados com o escore da condição corporal, foram possivelmente contornados nos animais gestantes. Isto se deve ao tipo de manejo empregado aos animais, tais como os poucos recolhimentos ao curral, sendo deixados durante a maior parte do tempo em pastagens com boa disponibilidade de forragens. Assim, possibilitou o bom resultado da aplicação da terapia hormonal nos animais lactantes em anestro. Ao final do período experimental, dos nove animais que não ficaram gestantes, 22,2% (2/9) apresentavam corpo lúteo e 77,8 (7/9) permaneciam em anestro.

Na propriedade 5, após a terapia hormonal nas vacas paridas em anestro, obteve-se 53,4% (23/43) de concepção. O retorno ao estro ocorreu, em média,  $27,6 \pm 12,5$  dias em 50,0% (31/62) dos animais, e foram detectados 76,9% (30/39) de retornos ao estro. A taxa de concepção, após a inseminação artificial, foi de 60,0% (18/30) nas vacas que retornaram ao estro. Ao final das inseminações artificiais, obteve-se 66,1% (41/62) de vacas gestantes. Estes resultados são semelhantes aos relatados na literatura e que variaram de 26,5% a 66,0% em vacas paridas (Borges e Gregory, 2003; Bastos et al., 2004; Ruas et al., 2005; Brauner et al., 2008).

Embora não tenha sido verificada a taxa de ovulação após o protocolo, todos os 19 animais (30,6%; 19/62) não observados em estro após o tratamento hormonal, retornaram ao estro em aproximadamente 21 dias. Não foi observada a ocorrência de ciclos estrais curtos (<17 dias), possivelmente devido ao tratamento com progesterona (Moreira et al., 1999; Xu e Burton, 2000; Mialot et al., 2003; Larson et al., 2006; Wheaton e Lamb, 2007).

O bom escore corporal ao parto possibilitou o estabelecimento da lactação com manutenção da adiposidade. As reservas energéticas (Ferreira, 1991; Wettemann et al., 2003), associadas à restrição da amamentação (Whisnant et al., 1986a; Stagg et al., 1998), promovem o crescimento folicular satisfatório para o retomada espontânea ao estro (Bustamante, 1995; Yavas e Walton, 2000) tal como observado em 21,5% (17/79) das vacas paridas. Enquanto que os animais em anestro, apresentaram boas taxas de estro, gestação e capacidade de retornar à atividade luteal cíclica, naqueles que não ficaram gestantes.

A introdução do touro no final do período das inseminações, 30 dias antes do término da estação de monta de 120 dias,

representou incremento importante para a fertilidade na propriedade 5. A taxa de concepção foi maior ( $p < 0,06$ ) que à inseminação artificial (80,0% vs. 56,5%, respectivamente), o que possibilitou o aumento de 25,8% (66,1% vs. 91,9%) no percentual total de animais gestantes (91,9%; 57/62), quando comparado com o total obtido com a inseminação artificial. Ao final do período experimental, restaram apenas quatro animais não gestantes com corpo lúteo, e um animal em anestro. Desta forma, assim como nas vacas ciclando, a introdução do touro foi uma estratégia benéfica, nesta propriedade, para minimizar os erros humanos no processo de inseminação artificial, tanto na execução da técnica quanto na detecção de estros. Também, aumentou o percentual de vacas gestantes e de bezerras produzidos na estação de monta (Stevenson et al., 1997; Holm et al., 2008), além de reduzir a possibilidade de descarte errôneo de matrizes das diferentes bases genéticas zebuínas da propriedade, de grande habilidade leiteira, e muitas vezes consideradas como zebuínos de maior fertilidade, tais como os da raça Nelore.

Nas propriedades 3 e 5, não foi verificada diferença ( $p > 0,05$ ) no escore da condição corporal entre as vacas solteiras e em anestro, mostrando que nestas

condições, o anestro está principalmente relacionado aos fatores do estabelecimento da lactação, da presença da cria (Randel, 1990; Short et al., 1990; Ferreira et al., 2000, Montiel e Ahuja, 2005). Da mesma forma, na propriedade 5 as vacas paridas em anestro não apresentaram diferença ( $p > 0,05$ ) do escore corporal nem do período pós-parto, quando comparado com as vacas paridas ciclando.

Possivelmente, os animais ciclando, devido a características individuais, tais como a melhor partição de nutrientes (Short et al., 1990), menor produção de leite e habilidade materna foram capazes de responder melhor à restrição da amamentação, com maior crescimento folicular e retorno espontâneo à ciclicidade. O mesmo não foi verificado nas propriedades 1 e 2, onde verificou-se que o peso vivo e o escore corporal foram menores ( $p < 0,05$ ) nas vacas paridas em relação às solteiras (tabela 13), mostrando que essas variáveis estão adicionalmente relacionadas com o anestro nestas condições.

#### *4.5. Considerações finais sobre as propriedades*

Embora o manejo da inseminação artificial seja inconstante ao longo da estação de monta, devido à grande variação

nas taxas de detecção de estro, a utilização de terapias hormonais, nestas propriedades, colaborou para a melhoria da detecção de estros e para a inseminação artificial, durante o período de sincronização nas propriedades que utilizavam ou não rotineiramente esta técnica.

Verificou-se bons percentuais de detecção de estros nas novilhas, após o tratamento hormonal. Em novilhas apresentando corpo lúteo, o tratamento é indicado pois respondem positivamente ao protocolo hormonal, antecipando a o estro e a gestação. No entanto, em novilhas em anestro, deve-se considerar os riscos de utilizar animais de reposição abaixo do peso vivo recomendado, devido às questões inerentes do parto e do pós-parto (exigências nutricionais para crescimento e lactação), mesmo que esta categoria apresente boas taxas de detecção de estro e gestação, como verificado nas propriedades 1 e 2.

A sincronização do estro em vacas ciclando apresentou excelentes resultados. Foram obtidas taxas de gestação a um custo mais baixo por sincronização, uma vez que foi utilizada metade da dose de prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , e por não utilizar progesterona ou progestógenos nos protocolos hormonais, como normalmente realizados em tratamentos hormonais sem que haja

avaliação prévia da condição reprodutiva dos animais. Além disso, a utilização do análogo da prostaglandina antecipou e aumentou a taxa de detecção de estro na estação de monta, encerrando com maior número de animais inseminados e gestantes em um reduzido espaço de tempo, com exceção da propriedade 3 que apresentou menor percentual de animais gestantes pelas razões já discutidas.

A aplicação do protocolo em vacas paridas apresentou resultados bastante variados, tanto nas taxas de detecção de estro quanto nas de gestação. Nas propriedades 1, 2 e 3 o resultado final foi bastante influenciado pela baixa taxa de gestação nas vacas paridas, apesar de terem sido observadas taxa de indução do estro e ovulação moderadas. Verificou-se elevado percentual de animais que não respondem ao tratamento e permanecem em anestro, mesmo após a regressão do corpo lúteo resultante da ovulação induzida. Assim, pode-se dizer que a interferência pós-parto, em condições semelhantes ao deste experimento, não são recomendadas. Provavelmente, os diversos fatores envolvidos com o parto, as perdas de peso vivo, o baixo escore corporal, a produção de leite e a presença da cria, mesmo com a restrição da amamentação, não tenham sido compa-

tíveis com o estabelecimento de uma nova gestação.

Como alternativas poderiam ser utilizadas o monitoramento do peso vivo e do escore corporal pré-parto e, se necessário, utilizar suplementação ou utilização de pastejo diferido que assegure ganho de peso e melhora no escore corporal. Estas variáveis apresentam alta correlação com o retorno à ciclicidade no pós-parto que, associado com a regimes de amamentação adotadas mais precocemente, podem assegurar melhor condição metabólica, compatível com melhor resposta à terapia hormonal, melhorando a eficiência reprodutiva do rebanho.

Em relação às propriedades 4 e 5, a condição em que os animais se encontravam, tanto pelo manejo menos intervencionista, quanto pelo controle do escore corporal pré-parto e restrição da amamentação, apresentaram melhores taxas de detecção de estros e gestação. No entanto, na propriedade 4, os animais não gestantes permaneceram em sua maioria em anestro, enquanto na propriedade 5 verificou-se boa taxa de animais retornando ao estro e baixo percentual de animais permanecendo em anestro.

Como reflexo da terapia hormonal, nestes casos, pode-se destacar a redução do intervalo parto-concepção com antecipação da gestação na estação de monta e, conseqüentemente, reduzindo o intervalo de partos médio das propriedades. Diferentemente, quando os animais não são manipulados com hormônios, os autores têm verificado índices reprodutivos diferentes do considerado ideal (período de serviço e intervalo de partos maior que 90 dias e 12 meses, respectivamente) (Pinheiro, 1973; Rabelo, 1974).

#### *4.6. Simulação dos Custos*

A avaliação dos custos dos protocolos hormonais foram realizados separadamente para cada propriedade. Também foi realizada a simulação dos custos caso a realização dos protocolos hormonais fossem realizados de forma generalizada, sem a ocorrência da avaliação prevista nos experimentos.

Os itens das tabelas foram avaliados da forma com que foram utilizados. Os implantes intravaginais de progesterona (CIDR<sup>®</sup>) podem ser utilizados até três vezes segundo o fabricante e, por isso, seu custo no protocolo é reduzido à terça

parte. Hormônios apresentados em solução (estrógenos e prostaglandina  $F_{2\alpha}$ ) foram calculados por dose necessária na execução da terapia hormonal.

A mão-de-obra avaliada considerou diárias do Médico Veterinário para a visita diagnóstico, seleção e recomendação da aplicação da terapia hormonal, independente se utilizada de forma criteriosa ou não, e também considerou a segunda visita para a realização do diagnóstico de gestação. Não foi considerado a contratação de diaristas na execução dos trabalhos, supondo que as propriedades possuíam a mão-de-obra necessária.

O valor da dose de sêmen foi estipulado no preço médio de uma dose de sêmen comercial que foi utilizado em todas as propriedades.

Quanto aos parâmetros de custo, entende-se custo total como a soma de

todos os gastos realizados no processo; o custo total/animal é a razão do custo total pelo número de animais tratados; e o custo total/gestação, a razão dos custos totais pelo número de animais que se tornaram gestantes com a aplicação da terapia hormonal. O custo por protocolo foi a soma dos gastos com hormônios, divididos pelo número de protocolos realizados.

As tabelas compilam todos os animais submetidos à terapia hormonal em cada propriedade, comparando uma simulação dos custos de protocolos utilizados de forma generalizada (massal) com aqueles cuja aplicação tenha sido feita de modo seletivo, tal como foi executado nos experimentos.

As tabelas 17 a 21 apresentam a simulação dos custos com os protocolos hormonais realizados nas propriedades de 1 a 5, respectivamente

**Tabela 17: Comparação dos custos de implantação de protocolos hormonais com prostaglandina ou progesterona e estradiol, utilizados de forma generalizada (simulação) ou estratégica, na propriedade 1**

Item	Unidade	Valor (R\$)	Aplicação massal e utilização de inseminação artificial em tempo fixo Aplicação Massal IATF			Aplicação seletiva dos protocolos		
			Quant.	Total	%	Quant.	Total	%
CIDR	Uso	10,00	114	1140,00	18,3	61	610,00	12,7
Estrogin	Dose	1,00	114	114,00	1,8	61	61,00	1,2
ECP	Dose	0,50	114	57,00	0,9	61	30,50	0,6
Ciosin	Dose	2,48	114	282,72	4,5	62	153,76	3,2
Veterinário	Diária	415,00	1,5	622,50	10,0	2	830,00	17,3
Sêmen	Dose	30,00	114	3420,00	55,1	86	2580,00	53,8
Deslocamento	Km	0,80	500	400,00	6,4	500	400,00	8,3
Materiais IA e aplicação	Por IA	1,50	114	171,00	2,7	86	129,00	2,6
Custo total				6207,22		4794,26		
Custo total/animal				54,45		42,05		
Custo total/gestação				126,68		106,54		
Custo/protocolo				13,98		7,50		

**Tabela 18: Comparação dos custos de implantação de protocolos hormonais com prostaglandina ou progesterona e estradiol, utilizados de forma generalizada (simulação) ou estratégica, na propriedade 2**

Item	Unidade	Valor (R\$)	Aplicação massal e utilização de inseminação artificial em tempo fixo Aplicação Massal IATF			Aplicação seletiva dos protocolos		
			Quant.	Total	%	Quant.	Total	%
CIDR	Uso	10,00	120	1200,00	17,86	62	620,00	12,7
Estrogin	Dose	1,00	120	120,00	1,8	62	62,00	1,3
ECP	Dose	0,50	120	60,00	0,9	62	31,00	0,6
Ciosin	Dose	2,48	120	297,60	4,4	81	200,88	4,1
Veterinário	Diária	415,00	1,5	622,50	9,3	2	830,00	17,0
Sêmen	Dose	30,00	120	3600,00	53,6	79	2370,00	48,6
Deslocamento	Km	0,80	800	640,00	9,5	800	640,00	13,1
Materiais IA e aplicação	Por IA	1,50	120	180,00	2,7	79	118,50	2,4
Custo total				6720,10		4872,38		
Custo total/animal				56,00		40,60		
Custo total/gestação				176,84		139,21		
Custo/protocolo				13,98		7,62		

**Tabela 19: Comparação dos custos de implantação de protocolos hormonais com prostaglandina ou progesterona e estradiol, utilizados de forma generalizada (simulação) ou estratégica, na propriedade 3**

Item	Unidade	Valor (R\$)	Aplicação massal e utilização de inseminação artificial em tempo fixo Aplicação Massal IATF			Aplicação seletiva dos protocolos		
			Quant.	Total	%	Quant.	Total	%
CIDR	Uso	10,00	83	830,00	14,5	22	220,00	4,5
Estrogin	Dose	1,00	83	83,00	1,4	22	22,00	0,5
ECP	Dose	0,50	83	41,50	0,7	22	11,00	0,2
Ciosin	Dose	2,48	83	205,84	3,6	91	225,68	4,7
Veterinário	Diária	415,00	1,5	622,50	10,9	2	830,00	17,1
Sêmen	Dose	30,00	83	2490,00	43,4	70	2100,00	43,3
Deslocamento	Km	0,80	1668	1334,40	23,3	1668	1334,40	27,5
Materiais IA e aplicação	Por IA	1,50	83	124,50	2,2	70	105,00	2,2
Custo total				5731,74		4848,08		
Custo total/animal				69,06		58,41		
Custo total/gestação				204,71		173,15		
Custo/protocolo				13,98		5,77		

**Tabela 20: Comparação dos custos de implantação de protocolos hormonais com prostaglandina ou progesterona e estradiol, utilizados de forma generalizada (simulação) ou estratégica, na propriedade 4**

Item	Unidade	Valor (R\$)	Aplicação massal e utilização de inseminação artificial em tempo fixo Aplicação Massal IATF			Aplicação seletiva dos protocolos		
			Quant.	Total	%	Quant.	Total	%
CIDR	Uso	10,00	17	170,00	8,5	17	170,00	7,8
Estrogin	Dose	1,00	17	17,00	0,8	17	17,00	0,8
ECP	Dose	0,50	17	8,50	0,4	17	8,50	0,4
Ciosin	Dose	2,48	17	42,16	2,1	0	0,00	0,0
Veterinário	Diária	415,00	1,5	622,50	31,1	2	830,00	38,3
Sêmen	Dose	30,00	17	510,00	25,5	17	510,00	23,5
Deslocamento	Km	0,80	756	604,80	30,2	756	604,80	27,9
Materiais IA e aplicação	Por IA	1,50	17	25,50	1,3	17	25,50	1,2
Custo total				2000,46		2165,80		
Custo total/animal				24,10		26,09		
Custo total/gestação				250,06		270,73		
Custo/protocolo				13,98		11,50		

**Tabela 21: Comparação dos custos de implantação de protocolos hormonais com prostaglandina ou progesterona e estradiol, utilizados de forma generalizada (simulação) ou estratégica, na propriedade 5**

Item	Unidade	Valor (R\$)	Aplicação massal e utilização de inseminação artificial em tempo fixo Aplicação Massal IATF			Aplicação seletiva dos protocolos		
			Quant.	Total	%	Quant.	Total	%
CIDR	Uso	10,00	97	970,00	14,5	62	620,00	12,6
Estrogin	Dose	1,00	97	97,00	1,5	62	62,00	1,3
ECP	Dose	0,50	97	48,50	0,7	62	31,00	0,6
Ciosin	Dose	2,48	97	240,56	3,6	35	86,80	1,8
Veterinário	Diária	415,00	1,5	675,00	10,1	2	830,00	16,9
Sêmen	Dose	30,00	97	2910,00	43,6	54	1620,00	33,0
Deslocamento	Km	0,80	1976	1580,80	23,7	1976	1580,80	32,2
Materiais IA e aplicação	Por IA	1,50	97	145,50	2,2	54	81,00	1,6
Custo total				6667,36			4911,60	
Custo total/animal				80,33			59,18	
Custo total/gestação				196,10			144,46	
Custo/protocolo				16,34			9,64	

Observou-se que ao se realizar o mesmo protocolo em todos os animais, sem avaliação ginecológica prévia, aumenta-se o gasto com hormônios, uma vez que a aplicação de uma única dose reduzida de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  é capaz de sincronizar o estro a um custo bastante inferior, quando comparado com o uso de implantes de progesterona associado ao estradiol. Desta forma, o custo/protocolo pode reduzir de 41,0 a 58,3% e custo total da utilização de hormônios pode reduzir de 16,6% a 27,4%, dependendo do número de animais em anestro ou ciclando na propriedade.

A dose de sêmen representa a maior parcela dos custos (33,0 a 53,8%) e sua utilização criteriosa interfere

significativamente nos gastos da inseminação artificial. Por isso, deve ser manuseado da maneira mais adequada possível. A opção de inseminar apenas os animais que manifestarem estro reduziu os custos/IA, em torno de 14,4 a 18,6%, e foi fundamentado na relação de que o animal em estro tem maior probabilidade de ovulação ( $p < 0,05$ ), verificado no presente trabalho.

Os gastos com mão-de-obra veterinária pode representar a segunda maior parcela dos custos (26,8 a 31,7%), dependendo do número de animais trabalhados. No entanto, quando da utilização de protocolo de forma massal, o técnico representa menor custo. O benefício

do aumento nos gastos com as diárias do médico veterinário para avaliar e direcionar protocolos específicos para cada animal, representou economia de 15,4 a 27,4% no custo total, devido à redução na compra de insumos, no percentual que remunera o técnico e ainda representou economia para a propriedade.

A propriedade 4 possui o comportamento dos custos diferente das demais. Isso se deve ao pequeno número de animais trabalhados (n=17) e que, por isso, não diluíram os gastos com mão-de-obra e, também, por terem sido inseminados todos os animais ao final de 60 horas da retirada do implante. A diferença no custo do protocolo hormonal, neste caso, foi a não aplicação da prostaglandina  $F_{2\alpha}$  após o diagnóstico de anestro.

A utilização direcionada das diferentes terapias hormonais, como proposto no presente trabalho, é uma alternativa que reduz bastante os custos com hormônios na propriedade. Isto porque os animais cíclicos não necessitam de terapias hormonais com progesterona, concentrando esforços nos animais em anestro. Assim, pode-se racionalizar os gastos com as principais parcelas que oneram o custo da inseminação artificial, reduzindo os investimentos na produção dos bezerros

e aumentando a rentabilidade do sistema de produção.

## 5. Conclusões

A aplicação da mesma metodologia de trabalho nas cinco propriedades, localizadas em diferentes cidades caracterizadas por climas e manejo diferentes, permite desenvolver algumas considerações, conclusões e recomendações ao final do período experimental:

1. A ultra-sonografia é uma ferramenta estratégica para indicar e direcionar a utilização de protocolos hormonais.
2. Os protocolos hormonais concentram o estro e a inseminação artificial, possibilitando a implementação desta técnica em propriedades que não a utilizam e melhorando sua eficiência naquelas que inseminam rotineiramente.
3. Dose reduzida de  $PGF_{2\alpha}$ , aplicada na submucosa vulvar, reduz o custo por tratamento e apresenta taxa de sincronização semelhante aos protocolos com dosagem convencional (propriedades 1, 2, 3 e 5).

4. A resposta aos protocolos hormonais é variável, podendo ser influenciada pela categoria animal, peso vivo, escore da condição corporal, lactação, presença da cria e o manejo de cada propriedade.

5. A utilização de protocolos com progesterona, nas novilhas em anestro, pode ser recomendável devido ao percentual de gestação obtido, antecipando a vida reprodutiva desta categoria, no entanto, deve-se considerar a possibilidade de transtornos no puerpério e na categoria as primíparas.

6. O baixo percentual de gestação em fêmeas com menor escore corporal leva à reavaliação da adoção de protocolos (propriedades 1 e 2).

7. O melhor escore corporal ao parto, associado à restrição da amamentação, pode incrementar os resultados das terapias hormonais no pós-parto (propriedade 5).

8. A adoção indiscriminada de terapias hormonais deve ser evitada, uma vez que compromete o resultado e eleva o custo final da técnica.

9. A avaliação da condição reprodutiva, a adoção de protocolos específicos para fêmeas ciclando ou em anestro, e a inseminação dos animais detectados em estro podem reduzir, em até 30%, o custo da inseminação artificial.

10. A visita técnica para avaliação dos animais permite o levantamento e a análise crítica da situação reprodutiva do rebanho, gerando subsídios para a implementação de tecnologias específicas, bem como possibilita antecipar os ajustes necessários durante a estação de monta vigente.

## 6. Referências Bibliográficas

ABEYGUNAWARDENA, H. A.; DEMATAWEWA, C. M. B. Pre-pubertal and postpartum anestrus in tropical Zebu cattle. *Animal Reproduction Science*, v.82-83, p.373–387, 2004.

ACOSTA, T. J.; MIYAMOTO, A. Vascular control of ovarian function: ovulation, corpus luteum formation and regression. *Animal Reproduction Science*, v.82-83, p. 127-140, 2004.

ALLEN, E. DOISY, E. A. The extraction and properties of an ovarian hormone. *Journal of Biological Chemistry*, p.711-729, 1924. Disponível em <[www.jbc.org](http://www.jbc.org)> em CAPES/MEC - UFMT, UNIR, CEFET/BA>, Acesso em 23/04/2007.

- ALLEN, E.; DOISY, E. A. An ovarian hormone. Preliminary reports on its location, extraction and partial purification and action in test animals. *Journal of American Medical Association*, v.81, p.819, 1923.
- ALLEN, W. R., The immunological measurement of pregnant mare serum gonadotrophin. *Journal of Endocrinology*, v.48, p.593-598, 1969.
- ALLEN, W. R.; WILSHER, S.; STEWART, R. et al. The influence of maternal size on placental, fetal and postnatal grown in horses. II. Endocrinology of pregnancy. *Journal of Endocrinology*, v.172, p. 237-246, 2002.
- ALLRICH, R. D. Estrous behavior and detection in cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.9, n.2, p.249-263, 1993.
- ALVAREZ, R.H. Considerações sobre o uso da inseminação artificial em bovinos. 2008. Artigo em Hipertexto Disponível em: <<http://www.infobibos.com/Artigos/20081/Inseminacao/index.htm>>. Acesso em: junho de 2008.
- ALVES, N. G.; ÁVILA PIRES, M. F.; SILVA FILHO, J. M. et al. Intervalos do início e do final do estro à ovulação em vacas das raças Gir e Guzerá após luteólise natural ou induzida por prostaglandina. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.55, p.430-437, 2003.
- AMARAL, T. F.; BORGES, A. M.; RUAS; J. R. M. et al. Influência do diâmetro do folículo dominante sobre a taxa de ovulação de vacas da raça Gir Leiteiro em anestro pós-parto. In: 45<sup>a</sup> Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 3p. 2008.
- AMBROSE, D. J.; KATELIC, J. P.; RAJAMAHENDRAN, R. Pregnancy rates after CIDR-based timed A.I. using GnRH or estradiol cypionate in dairy heifers. *Theriogenology*, v.61, p.1115-1124, 2004.
- AMSTALDEN, M. *Role of leptin in regulating the bovine hypothalamic-gonadotropic axis*. 2003. 119f. Tese (PhD em Fisiologia da Reprodução) - Texas A&M University, College Station, Texas.
- ANDERSEN, K. J.; LEFEVER, D. G.; BRINKS, J .S. et al. The use of reproductive tract scoring in beef heifers. *Agri-practice*. v.12, n.4, p.19-26, 1991.
- APPLEYARD, W. T.; COOK, B. The detection of estrus in dairy cattle. *Veterinary Records*, v.99, p.253-256, 1976
- ARCHIBALD, L. T.; TRAN, T.; MASSEY, R. et al. Conception rates in dairy cows after timed-insemination and simultaneous treatment with gonadotropin-releasing hormone and/or prostaglandin F<sub>2α</sub>. *Theriogenology*, v.37, p.723-731, 1992.
- ASCHEIM, S.; ZONDEK, B. Das hormon dês hypophysenvorderlappens: testobjekt zum nachweis dês hormons. *Klin. Wochenschr*, v.6, p. 248-252, 1927.
- Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA). Disponível em <<http://www.asbia.org.br/>> Acesso em janeiro 2008.
- BAIRD, D. T., Reproductive Hormones In: AUSTIN C. R.; SHORT R, v. *Reproduction in mammals* 3. Hormones in reproduction. Cambridge University Press, London. 1972; p.1-28.
- BAO, B.; GARVERICK, H. A. Expression of steroidogenic enzyme and gonadotropin receptor genes in bovine follicles during ovarian waves. *Journal of Animal Science*, v.76, p.1903-1920, 1998.

- BARR, H. L. Influence s estrus detection on days open in dairy herds. *Journal of Dairy Science*, v.58, n.2, p.246-247, 1974.
- BARRETT, S.; DEB.BLOCKEY, M. A.; BROWN, J. M. et al. Initiation of the oestrous cycle in the ewe by infusions of PGF<sub>2α</sub> to the autotransplanted ovary. *Journal of Reproduction and Fertility*, v.24, p.136-137, 1971.
- BARROS, C. M.; MOREIRA, M. P. B.; FIGUEIREDO, R. A. et al. Synchronization of ovulation in beef cows (*Bos indicus*) using GnRH, PGF<sub>2α</sub> and estradiol benzoate. *Theriogenology*, v.53, p.1121-1134, 2000.
- BARROS, C. M.; ERENO, R. L. Avanços em tratamentos hormonais para a inseminação artificial com tempo fixo (IATF) em bovinos de corte. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.32, p.23-34, 2004.
- BARTH, A. Factor affecting fertility with artificial insemination. *Female Bovine Infertility*, v.9, n.2, p.275-289, 1993.
- BARUSELLI, P. S.; SOUZA, A. H.; MARTINS, C. M. et al. Sêmen sexado: inseminação artificial e transferência de embriões. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.31, n.3, p.374-381, 2007.
- BASTIDAS, P.; TROCONIZ, J.; VERDE, O. et al. Effect of restricted suckling on pregnancy rates and calf performance in Brahman cows. *Theriogenology*, v.16, p.13-25, 1981.
- BASTOS, G. M.; BRENNER, R. H.; WILLKE, F. H. et al. Hormonal induction of ovulation and artificial insemination in suckled beef cows under nutritional stress. *Theriogenology*, v.62, p.847-853, 2004.
- BEAL, W. E.; SHORT, R. E.; STAIGMILLER, R. B. et al. Influence of dietary energy intake on bovine pituitary and luteal function. *Journal of Animal Science*, v.46, p.181-188, 1978.
- BEAL, W. E.; PERRY, R. C.; CORAH L. R. The use of ultrasound in monitoring reproductive physiology of beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.70, n.3, p.924-929, 1992.
- BEAL, W. E. Estrus synchronization and AI in cattle. *American Society of Animal Science*, 1997. Disponível em <<http://www.apsc.vt.edu/Faculty/Beal/Publications/ASAS97.pdf>>. Acesso em abril de 2007.
- BELL, D. J.; SPITZER, J. C.; BURNS, G. L. Comparative effects of early weaning or once-daily suckling on occurrence of postpartum estrus in primiparous beef cows. *Theriogenology*, v.50, p.707-715, 1998.
- BELLOSO, E. S.; PORTILLO MARTÍNEZ, G.; DE ONDIZ, A. et al. Improvement of reproductive performance in crossbred zebu anestrus primiparous cows by treatment with norgestomet implants or 96h calf removal. *Theriogenology*, v.57, p.1503-1510, 2002.
- BELLOWS, D. S.; OTT, S. L.; BELLOWS, R. A. Review: Cost of reproductive diseases and conditions in cattle. Disponível em: <[http://findarticles.com/p/articles/miqa4035/is200203/ai\\_n9042698/pg9](http://findarticles.com/p/articles/miqa4035/is200203/ai_n9042698/pg9)> Acesso em: Julho de 2008.
- BERARDINELLI, J. G.; JOSHI, P. S.; TAUCK, S. A. Conception rates to artificial insemination in primiparous, suckled cows exposed to the bioestimulatory effect of bulls before and during a gonadotropin-releasing hormone-based estrus synchronization protocol. *Journal of Animal Science*, v.85, p.848-852, 2007.

- BERNDTSON, W. E.; PICKETT, B. W.; RUGG, C. D. Procedures for field handling of bovine semen in plastic straws. In: Technical Conference on Artificial Insemination and Reproduction, 6, National Association of Animal Breeders, Columbia, Proceedings. p. 51-60. 1976.
- BISHOP, D. K.; WETTEMANN, R. P.; SPICER, L. J. Body energy reserves influence the onset of luteal activity after early weaning of beef cows. *Journal of Animal Science*, v.72, n.10, p.2703-2708, 1994.
- BLANE, R. M.; LEVY, M. N. Physiology. Saint Louis: Mosby copyright, 1998. 1131p.
- BLUNTZER, J. S.; FORREST, D. W.; HARMS, P. G. et al. Effect of suckling manipulation on postpartum reproduction in primiparous Brahman-cross cows. *Theriogenology*, v.32, p.893-899, 1989.
- BÓ, G. A.; MORENO, D.; CUTAIA, L. et al. Manipulação hormonal do ciclo estral em doadoras e receptoras de embrião bovino. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.32, p.1-22. 2004.
- BODMER, M.; JANETT F.; HASSIG, M. et al. Fertility in heifers and cows after low dose insemination with sex-sorted and non-sorted sperm under field conditions. *Theriogenology*, v.64, p.1647-1655, 2005.
- BOND, J.; WILTBANK, J. N.; COOK, A. C. Cessation of estrus and ovarian activity in a group of beef heifers on extremely low levels of energy and protein. *Journal of Animal Science*, v.17, p.1211, 1958.
- BORER, M.; JANETT, F.; HASSIG, M. et al. Fertility in heifers and cows after low dose insemination with sex-sorted and non-sorted sperm under field conditions. *Theriognology*, v.64, p.1647-1655, 2005.
- BORGES, A. M. Influência de diferentes manejos e tratamentos hormonais na dinâmica ovariana durante o ciclo estral e no anestro pós-parto de vacas Gir e Nelore. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 134p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa.
- BORGES, A. M.; TORRES, C. A. A.; RUAS, J. R. M et al. Características da dinâmica folicular e regressão luteal de vacas das raças Gir e Nelore após tratamento com Cloprostenol Sódico. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.1, p.85-92, 2003.
- BORGES, J. B. S.; GREGORY, R. M. Indução da atividade cíclica ovariana pós-parto em vacas de corte submetidas à interrupção temporária do aleitamento associada ou não ao tratamento com norgestomet-estradiol. *Ciência Rural*, v.33, n.6, p.1105-1110, 2003.
- BOSSIS, I.; WETTEMANN, R. P.; WELTY, S. D. Nutritionally induced anovulation in beef heifers: ovarian and endocrine function preceding cessation of ovulation. *Journal of Animal Science*, v.77, p.1536-1546, 1999.
- BRAUNER, C. C.; PIMENTEL, M. A.; LEMES, J. S. et al. Reprodução de vacas de corte em lactação e solteiras submetidas à indução/sincronização de estro. *Ciência Rural*, v.38, n.4, p.1067-1072, 2008.
- BRITT, J. H.; KITTOCK, R. J.; HARRISON, D. S. Ovulation, estrus and endocrine response after GnRH in early postpartum cows. *Journal of Animal Science*, v. 39, p. 915-919, 1974.
- BUSTAMANTE, J. R. B. *Efeito da condição corporal e da amamentação na eficiência produtiva em vacas da raça nelore no pós-parto*. 1995, 57f. Dissertação

(Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BYERLEY, D. J.; STAIGMILLER, R. B.; BERARDINELLI, J. G. et al. Pregnancy rates of beef heifers bred either on puberal or third estrus. *Journal of Animal Science*, v.65, p.645-650, 1987.

CARRICK, M. J.; SHELTON, J. N. The Synchronization of estrus in cattle with progestagen-impregnated intravaginal sponges. *Journal of Reproduction and Fertility*, v.14, p. 21-32, 1967.

CASTILHO, L. A. C.; FONSECA, V. O.; ABREU, J. J. et al. Sincronização do ciclo estral num rebanho zebu no estado de Minas Geras. III. Efeito da associação prostaglandina F<sub>2</sub>alfa + hCG. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.1, n.2, p.21-25, 1977.

CAVALIERI, J.; RUBIO, I; KINDER, J. E. et al. Synchronization of estrus and ovulation and associated endocrine changes in *Bos indicus* cows. *Theriogenology*, v.47, p.801-814, 1997.

CERCHIARO, I.; CASSANDRO, M.; DAI ZOTTO, R et al. A field study on fertility and purity of sex-sorted cattle sperm. *Journal of Dairy Science*, v.90, p.2538-2542, 2007.

CHACUR, M. G. M.; MENEZES, C. M.; NETTO, L. J. B. et al. Eficiência da meia dose de cloprostenol na submucosa vulvar nas taxas de indução do estro e de prenhez em vacas “repeat-breeders” Nelore-Chianina. *Semina: Ciências Agrárias*. v.26, n.3, p.387-394, 2005.

CHEBEL, R. C.; SANTOS, J. E. P.; REYNOLDS, P. R. et al. Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science*, v.84, p.239–255, 2004.

CHRISTIAN, R. E.; CASIDA, L. E. The effects of progesterone in altering the estrus cycle of the cow. *Journal of Animal Science*, v.7, p. 540 (resumo), 1948.

COLAZO, M. G.; KASTELIC, J. P.; WHITTAKER, P. R. et al. Fertility in beef cattle given a new or previously used CIDR insert and estradiol, with or without progesterone. *Animal Reproduction Science*, v.81, n.2, p.25–34, 2004.

CORNER, G. W.; ALLEN, W. M. Physiology of the corpus luteum. II. Production of a special uterine reaction (progesteronal proliferation) by extracts of corpus luteum. *American Journal of Physiology*, v.88, p. 326, 1929.

CURRY, M. R. Cryopreservation of semen from domestic livestock. *Reviews of Reproduction*, v.5, p.46-52, 2000.

DAY, M. L.; GRASSER, G. L.; GRUM, D. E. Determinantes da idade à puberdade em novilhas. In: CURSO NOVOS ENFOQUES NA REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 10, 2006, Uberlândia. Anais... Uberlândia, MG, p.86-105, 2006.

DeJARNETE, J. M.; ARSHALL, C. E.; LENZ, R. W. et al. Sustaining the fertility of artificially inseminated dairy cattle: The hole of the artificial insemination industry. *Journal of Dairy Science*, v.87 (E. Suppl.), p.E93-E104, 2004a.

DeJARNETE, J. M.; HOUSE, R. B.; AYARS, W. H. et al. Synchronization of estrus in postpartum beef cows and virgin heifers using combinations of melengestrol acetate, GnRH, and PGF<sub>2α</sub>. *Journal of Animal Science*, v.82, p.867-877, 2004b.

DENHARD, M.; CLAUS, R. Reliability criteria of a bioassay using rats trained to detect estrus-specific odour in cow urine. *Theriogenology*, v30, p.1127-1138, 1988.

- DHUYVETTER, J.; LARDY, G. Developing Replacement Heifers: Birth to Breeding. 1999. artigo em hipertexto. Disponível em <<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/beef/as1169w.htm>>, acesso em julho de 2008.
- DISKIN, M. G.; SREENAN, J. M. Fertilization and embryonic mortality rates in beef heifers after artificial insemination. *Journal of Reproduction and Fertility*, v.59, p. 463-468, 1980.
- DISKIN, M. G.; SREENAN, J. M. Expression and detection of estrus in cattle. *Reproduction Nutrition and Development*, v.40, p.481-491, 2000.
- DISKIN, M. G.; MACKEY, D. R.; ROCHE, J. F. et al. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Animal Reproduction Science*, v.78, p.345-370, 2003.
- DRANSFIELD, M. B. G.; NEBEL, R. L.; PEARSON R. E.; WARNICK, L. D. Timing of insemination for dairy cow identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.1974-1882, 1998.
- DRIANCOURT, M.A. Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction. *Theriogenology*, v.55, p.1211-1239, 2001.
- DZIUK, P. J.; CMARIK, G.; GREATHOUSE, T. Estrus control in cows by an implanted progestogen. *Journal of Animal Science*, v.75, p. 897-903, 1966.
- ERICKSON, B. H.; REYNOLDS, R. A.; MURPHREE, R. L. Ovarian characteristics and reproductive performance of the aged cow. *Biology of Reproduction*, v.15, p.555-560, 1976.
- EMERICK, L. L. *Testes funcionais de membrana e índice de prenhez utilizando sêmen criopreservado de tourinhos Tabapuã aos dois anos de idade, criados a pasto previamente selecionados pela CAP*. 2007. 43f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- FANNING, M. D.; LUNT, D. K.; SPOTT, L. R. et al. Reproductive performance of synchronized beef cows as affected by inhibition of suckling with nose tags or temporary calf removal. *Theriogenology*, v.44, n.5, p.715-723, 1995.
- FERGUSON, J. D.; GALLIGAN, P. T. Prostaglandin synchronization programs in dairy herds. *Compendium on. Continuing Education for the Practicing Veterinarian*. 15:646-655, 1993.
- FERNANDES, C. A. C.; VIANA, J. H. M.; FERREIRA, A.M. et al. Fertilidade de novilhas após aborto induzido com cloprostenol. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.54, n.3, p.279-282, 2002.
- FERREIRA, A. M. *Efeito da amamentação e do nível nutricional na atividade ovariana de vacas mestiças leiteiras*. 1990. 134f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- FERREIRA, A. M. Redução do período de serviço em taurinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 9., 1991, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 1991. p.22-32.
- FERREIRA, A.M. Novos conceitos sobre anestro pós-parto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 11, 1995, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 1995. p.62-70.

- FERREIRA, A. M.; VIANA, J. H. M.; SÁ, W. F. et al. Restrição alimentar e atividade ovariana luteal cíclica pós-parto em vacas girolanda. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, n.12, p.2521-2528, 2000.
- FIKE, K.; DAY, M.; INSKEEP, K. et al. Estrus and luteal function in suckled beef cows that were anestrous when treated with an intravaginal device containing progesterone with or without a subsequent injection of estradiol benzoate. *Journal of Animal Science*, v.75, p.2009-2015, 1997.
- FIKE, K. E.; DAY, M. L.; INSKEEP, E. K. et al. Induction of estrus in anestrous suckled beef cows. *Nebraska Beef Report*, p.26-28, 1998.
- FONSECA, V. O.; CASTILHO, L. A. C.; NORTE, A. L.; SATURNINO, H. M. Inseminação artificial em bovinos de corte. Observação sobre o melhor momento da inseminação. *Arquivo da Escola de Veterinária da UFMG*, v.33, n.2, p.335-340, 1981.
- FOOTE, R. H. Estrus detection and estrus detection aids. *Journal of Animal Science*, v.58, n.2, p.248-256, 1975
- FOOTE, R. H. The history of artificial insemination: selected notes and notables. *Journal of Animal Science*, v.80, p.1-10, 2002.
- FOOTE, R. H. Fertility estimation: a review of past experience and future prospects. *Animal Reproduction Science*, v.75, p.119-139, 2003.
- FOSTER, J. P.; LAMMING, G. E.; PETERS, A. R. et al. Short-term relationships between plasma LH and FSH and progesterone concentration in post-partum dairy cows and the effect of GnRH injection. *Journal of Reproduction and Fertility*, v.59, p. 321-327, 1980.
- FRAENKEL, L. Die Funktion des. Corpus luteum. *Arch. f. Gynak.*, v. 68, p. 438, 1903.
- FRICKE, P. M. Ovsynch, Pre-synch, the kitchen-synch: What's up with synchronization protocols? p.91-102, 2002. Disponível em: <<http://www.wisc.edu/dysci/uwex/brochures/brochures/fricke.pdf>> Acesso em: julho de 2008.
- GALINA, C. S.; ARTHUR, G. H. Review on cattle reproduction in the tropics. Part 4. Oestrus Cycles. *Animal Breeding Abstracts*, v.58, n.8, p.697-707, 1990.
- GALINA, C. A.; ORIHUELA, A.; RUBIO, I. Behavioural trends affecting oestrus detection in zebu cattle. *Animal Reproduction Science*, v.42, p.465-470, 1996.
- GALINA, C. S.; ORIHUELA, A. The detection of estrus in cattle raised under tropical conditions: what we know and what we need to know. *Hormones and Behavior*, v.52, p.32-38, 2007.
- GARNER, D. L. Flow cytometry sexing of mammalian sperm. *Theriogenology*, v.65, p.943-957, 2006.
- GARNER, D. L.; SEDEL, G. E. History of commercializing sexed semen for cattle. *Theriogenology*, v.69, p.886-895, 2008.
- GEARY, T. W.; WHITTIER, J. C. Effects of a timed insemination following synchronization of ovulation using the Ovsynch or COSynch protocol in beef cows. *Professional Animal Science*, v.14, p.217-220, 1998.
- GIL, C. V. *Effect of nutrition on follicle development and ovulation rate in the ewe*. 2003, 56f. Doctoral thesis - Faculty of Veterinary Medicine, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

- GIOSO, M. M.; COSTA, E. P.; FERNANDES, C. A. C. e al. Perfil de progesterona e intervalo ao estro de receptoras bovinas sincronizadas com doses reduzidas de cloprostenol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.4, p.1181-1187, 2005.
- GONZALEZ-PADILLA, E.; RUIZ, R.; LEFEVER, D. et al. Puberty in Beef Heifers. III. Induction of fertile estrus. *Journal of Animal Science*, v.40, p.1110-1118, 1975.
- GRAHAM, J. K.; MOCÉ, E. Fertility evaluation of frozen/thawed semen. *Theriogenology*, v.64, p.492-504, 2005.
- GWAZDAUSKAS, F. C.; NEBEL, R. L.; SPRECHER, D. J. et al. Effectiveness of rump-mounted devices and androgenized females for detection of estrus in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.73, p.2965-2970, 1990.
- HALE, D.H. Nutrition, hormone and fertility. *Rhodesian Agricultural Journal*, v.72, n.3, p.69-74, 1975.
- HAMILTON, J. G. Artificial insemination of dairy cattle. *Canadian Journal of Comparative Medicine and Veterinary Science*, v.4, n.11, p.323-328, 1940.
- HAMILTON, S. A.; GARVERICK, H. A.; KEISLER, D. H. et al. Characterization of the ovarian follicular cyst ad associated endocrine profile in dairy cows. *Biology of Reproduction*, v.53, p.890-898, 1995.
- HAMMOND, J. Physiology of reproduction in the cow. London: Cambridge University press. 1927; p.121-125.
- HANSEL, W. Estrus cycle and ovulation control in cattle. *56<sup>th</sup> Annual Meeting of the American Dairy Science Association*, p.2307-2314, 1961a.
- HANSEL, W.; MALVEN, P. V.; BLACK, D. L. Estrus cycle regulation in the bovine. *Journal of Animal Science*, v.20, p. 621-625, 1961b.
- HANSEL, W.; CONVEY, E. M. Physiology of the estrus cycle. *Journal of Animal Science*, v.57, n.2, p.404-424, 1983.
- HANSEN, P. J.; ARÉCHIGA, C. F. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. *Journal of Animal Science*, v.77, p.36-50, 1999.
- HARDIN, D. R.; WARNICK, A. C.; WISE, T. H. et al. Artificial insemination of subtropical commercial beef cattle following synchronization with cloprostenol: I Fertility. *Theriogenology*, v.14, p.249-258, 1980.
- HATERIUS, H. O. The female sex hormone. *The Ohio Journal of Science*, v. 37, p. 394-407, 1937. Disponível em [https://kb.osu.edu/dspace/bitstream/1811/2904/1/V37N06\\_394.pdf](https://kb.osu.edu/dspace/bitstream/1811/2904/1/V37N06_394.pdf). Acesso em: Abril de 2007.
- HEERCHE, G.; NEBEL, R. L. Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus. *Journal of Dairy Science*, v.77, p.2754-2761, 1994.
- HESS, B. W.; LAKE, S. L.; SCHOLLJEGERDES, E. J. et al. Nutritional control of beef cow reproduction. *Journal of Animal Science*, v.83 (E. Supl.), p.E90-E106, 2005.
- HILL, J. R.; LAMOND, D. R.; HENRICKS, D. M. et al. The effect of melengestrol acetate (MGA) on ovarian function and fertilization in beef heifers. *Biology of Reproduction*, v.4, p. 16-22, 1971.
- HOFFMANN, B.; GUNZLER, O.; HAMBURGER, R. et al. Milk progesterone as a parameter for fertility control in cattle:

- methodological approaches and present status of application in Germany. *British Veterinary Journal*, v.132, n.5, p. 469-476, 1976.
- HOHENBOKEN, W. D. Applications of sexed semen in cattle production. *Theriogenology*, v.52, p.1421-1433, 1999.
- HOLM, D. E.; THOMPSON, P. N.; IRONS, P. C. The economic effects of an estrus synchronization protocol using prostaglandin in beef heifers. *Theriogenology*, v.70, n.9, p.1507-1515, 2008.
- HOLMANN, F. J.; BLAKE, R. W.; SHUMWAY, C. R. Economic evaluation of fourteen methods of estrous detection. *Journal of Dairy Science*, v.70, p.186-194, 1987.
- HUTZ, R. J.; DIERSHKE, D. J.; WOLF, R. C. Induction of atresia of the dominant follicle in Rhesus monkey by the local application of estradiol-17 $\beta$ . *American Journal of Primatology*, v.15, p.69-77, 1988.
- IMAKAWA, K.; DAY, M. L.; GARCIA-WINDER, M. et al. Endocrine changes during restoration of estrous cycles following induction of anestrus by restricted nutrient intake in beef heifers. *Journal of Animal Science*, v.63, p.565-571, 1986.
- JESUS, V. L. T.; GABRIEL, A. M. A. Fatores que interferem na inseminação artificial: Buscando soluções. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.22, n.2, p.66-70, 1998.
- JOHNSON, L. A.; FLOOK, J. P.; HAWK, H. W. Sex preselection in rabbits: Live births from X and Y sperm separated by DNA and cell sorting. *Biology of Reproduction*, v.41, p.199-203, 1989.
- JOHNSON, S. K. Possibilities with today's reproductive technologies. *Theriogenology*, v.64, n.3, p.639-656, 2005.
- JOLLY, P. D.; McDOUGALL, S.; FITZPATRICK, L. A. et al. Physiological effects of under nutrition on postpartum anoestrus in cows. *Journal of Reproduction and Fertility*, Supl. 49, p.477-492, 1995.
- KASTELIC, J. P.; GINTHER, O. J. Fate of conceptus and corpus luteum after induced embryonic loss in heifers. *Journal of American Veterinary Association*, v.194, n.7, p.922-928, 1989.
- KASTELIC, J.P., KNOPF L., GINTHER, O.J. Effect of day of prostaglandin F<sub>2 $\alpha$</sub>  treatment on selection and development of the ovulatory follicle in heifers. *Animal Reproduction Science*, v.23, p.169-180, 1990.
- KASTELIC, J.P. Understanding ovarian follicular development in cattle. *Veterinary Medicine*, v.6, p.64-71, 1994.
- KASTELIC, J. P.; OLSON, W. O.; MARTINEZ, M. A. et al. Synchronization of estrus in beef cattle with norgestomet and estradiol valerate. *Canadian Veterinary Journal*, v.40, p.173-178, 1999.
- KIDDY, C.A. Variation in physical activity as an indication of estrus in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.60, p.235-243, 1977.
- KIDDY, C. A.; MITCHELL, D. S.; BOLT, D. J. et al. Detection of estrus-related odors in cows by trained dogs. *Biology of Reproduction*, v.19, p.389-395, 1978.
- KINDER, J. E.; BERGFELD, E. G.; WEHRMAN, M. E. et al. Endocrine basis for puberty in heifers and ewes. *Journal of Reproduction and Fertility*, Supl. 49, p.393-407, 1995.

- KING, G. J.; MACPHERSON J. W. Observations on retraining of artificial insemination technicians and its importance in maintaining efficiency. *Canadian Veterinary Journal*, v.6, n.4, p.83-85, 1965.
- KING, M. Effect of stage of the estrous cycle on interval to estrus after PGF<sub>2α</sub> in beef cattle. *Theriogenology*, v.18,n.2, p.191-200, 1982.
- KISER, T. E.; BRITT, J. H; RITCHIE, H. D. Testosterone treatment of cows for use in detection of estrus. *Journal of Animal Science*, v.44, p.1030-1035, 1977.
- KOFF, A. K. Steroid hormone modulation of prostaglandin secretion in the ruminant endometrium during estrous cycle. *Biology of Reproduction*, v.71, p.11-16, 2004.
- KOJIMA, F. N.; SALFEN, B. E.; BADER, J. F. et al. Development of an estrus synchronization protocol for beef cattle with short-term feeding of melengestrol acetate: 7-11 synch. *Journal of Animal Science*, v.78, p.2186-2191, 2000.
- LAMMOGLIA, M. A.; SHORT, R. E.; BELLOWS, S. E. et al. Induced and synchronized estrus in cattle: dose titration of estradiol benzoate in peripubertal heifers and postpartum cows after treatment with intravaginal progesterone-releasing insert and prostaglandin F<sub>2α</sub>. *Journal of Animal Science*, v.76, p.1662-1670, 1998.
- LAMOND, D. R.; DICKEY, J. F.; HENRICKS, D. M. et al. Effect of a progestin on the bovine ovary. *Journal of Animal Science*, v.33, p.77-82, 1971.
- LANDAETA-HERNÁNDEZ, A. J.; YELICH, J. V.; WILLARD, J. et al. Environmental, genetic and social factors affecting the expression of estrus in beef cows. *Theriogenology*, v.57, p.1357-1370, 2002.
- LARSON, J. E.; LAMB, G. C.; STEVENSON, J. S. et al. Synchronization of estrus in suckled beef cows for detected estrus and artificial insemination and timed artificial insemination using gonadotropin-releasing hormone, prostaglandin F<sub>2α</sub> and Progesterone. *Journal of Animal Science*, v.84, p.32-342, 2006.
- LASTER, D. B., GLIMP, H. A., GREGORY, K. E. Effects of early weaning on postpartum reproduction of cows. *Journal of Animal Science*, v.36, p.734-740, 1973.
- LAUDERDALE, W. Effects of PGF<sub>2α</sub> on pregnancy and estrus cycle of cattle. *Journal of Animal Science*, v.35, p. 246 (resumo), 1972.
- LAUDERDALE, J. W. Use of prostaglandin F<sub>2α</sub> in cattle breeding. In: FIELDS, M. J.; SAND, R. S.; YELICH, J. V. (editors). Factors affecting calf crop: Biotechnology of reproduction. Londres: CRC Press, 2002. p. 23-33.
- LEITE, E. T.; MORAES, J. C. F.; PIMENTEL, C. A. Eficiência produtiva e reprodutiva em vacas leiteiras. *Ciência Hoje*, v.31, n.3, p.467-472, 2001.
- LÓPEZ-GATIUS, F.; CAMÓN-URGEL, J. Confirmation of estrus rates by palpation per rectum of genital organs in normal repeat dairy cows. *Journal of Veterinary Medical Association*, v.38, p.553-556, 1991.
- LOVELOCK, J. E.; POLGE, C. The immobilization of spermatozoa by freezing and thawing and the protective action of glycerol. *Biochemical. Journal*, v.58, p.618-622. 1954.
- LUCY, M. C.; STEVENSON, J. S.; CALL, E. P. Controlling first service and calving interval by prostaglandin F<sub>2α</sub>, gonadotropin-releasing hormone and timed insemination.

*Journal of Dairy Science*, v.69, p. 2186-2194, 1986.

LYIMO, Z. C.; NIELEN, M.; OUWELTJES, W. et al. Relationship among estradiol, cortisol and intensity of estrous behavior in dairy cattle. *Theriogenology*, v.53, p.1783-1795, 2000.

MAATJE, K.; LOEFFLER, S. H.; ENGEL, B. Predicting optimal time of insemination in cows that show visual signs of estrus by estimating onset of estrus with pedometers. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.1098-1105, 1997.

MACHADO, G. V.; TORRES, C. A. A.; SANTOS, M. D. S. et al. Dose mínima para androgenização de fêmeas bovinas como auxílio na detecção do estro. In: XXXIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1996, Fortaleza. Anais... Fortaleza, CE, 1996.

MACMILLAN, K. L.; WATSON, J. D. Fertility differences between groups of sires relative to the stage of oestrus at the time of insemination. *Animal Production*, v.21, p.243-249, 1975.

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

MAKARECHIAN, ARTHUR, M. P. F. Effects of body condition and temporary calf removal on reproductive performance in range cows. *Theriogenology*, v.34, p.435-443, 1990.

MALHI, P. S.; ADAMS, G. P.; JASWANT, S. et al. Bovine model for the study of reproductive aging in women: follicular, luteal, and endocrine characteristics.

*Biology of Reproduction*, v.73, p.45-53, 2005.

MALHI, P. S.; ADAMS, G. P.; PIERSON, B. et al. Bovine model of reproductive aging: Response to ovarian synchronization and superstimulation. *Theriogenology*, v.66, p.1257-1266, 2006.

MALHI, P. S.; ADAMS, G. P.; MAPLETOFT, R. J. et al. Oocyte developmental competence in a bovine model of reproductive aging. *Reproduction*, v.134, p.233-239, 2007.

MARQUES, V. S. *Detecção de estro em reprodutriz nelore com o uso de rufiões com bucal marcador*. 2004. 59f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MARTÍNEZ, M. F.; KASTELIC, J. P.; MAPLETOFT, R. J. The use of estradiol and/or GnRH in a two-dose PGF protocol for breeding management of beef heifers. *Theriogenology*, v. 62, p.363-372, 2004.

MERYMAN, H. T. Mechanics of freezing in living cells and tissues. *Science*, v.124, p.515-521, 1956.

MIALOT, J. P.; CONSTANT, F.; DEZAUX, P. et al. Estrus synchronization in beef cows: comparison between GnRH + PGF<sub>2α</sub> + GnRH and PRID + PGF<sub>2α</sub> + eCG. *Theriogenology*, v.60, p.319-330, 2003.

MIES FILHO, A. Dados históricos da inseminação artificial no Brasil. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.1, n.1, p.11-22, 1977.

MIES FILHO, A. *Reprodução dos animais e inseminação artificial*. 5ª Edição. Vol. 2. Porto Alegre: Editora Sulina, 1982. p.499-543.

- MIYAMOTO, A.; SHIRASUNA, K.; WIJAYAGUNAWARDANE, M. P. B. et al. Blood flow: A key regulatory component of corpus luteum in the cow. *Domestic Animal Endocrinology*, v.29, p. 329-339, 2005.
- MONTIEL, F.; AHUJA, C. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Animal Reproduction Science*, v.85, p1-26, 2005.
- MOREIRA, F.; DE LA SOTA, R. L.; DIAZ, T. et al. Effect of day of the estrus cycle at the initiation of a timed insemination protocol on reproductive response in dairy heifers. *Journal of Animal Science*, v.78, p.1568-1576, 1999.
- MORENO, I. Y. D.; GALINA C. S.; ESCOBAR, F. J. et al. Evaluation of the lytic response of prostaglandin F<sub>2</sub> alpha in zebu cattle based on serum progesterone. *Theriogenology*, v.25, n3, p.413-421, 1986.
- MORTIMER, R. G.; BERNDTSON, W. E.; PICKETT, B. W. et al. Fertility of frozen spermatozoa packaged in continental straws or ampules. *Journal of Dairy Science*, v.59, n.9, p.1595-1598, 1976.
- MURTA, J. E. J. *Métodos de descongelamento do sêmen e suas influências nas taxas de prenhez de vacas nelore com ovulações sincronizadas*. 2002. 27f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- MURUGAVEL, K. *Reproductive performance of dairy cows following different estrous synchronization protocol*. 2003. 137f. Tese (Doutorado em Veterinária). Universidade Autônoma de Barcelona, Bellaterra.
- NAVANUKRAW, C.; REDMER, D. A.; REYNOLDS, L. P. et al. A modified presynchronization protocol improves fertility to timed artificial insemination in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.87, p.1551-1557, 2004.
- NEBEL, R. L.; WHITTIER, W. D.; CASSEL, B. G. et al. Comparison of on-farm and laboratory milk progesterone assays for identifying errors in detection of estrus and diagnosis of pregnancy. *Journal of Dairy Science*, v.70, p.1471-1476, 1987.
- NISWENDER, G. D.; JUENGEL, J. L.; SILVA, P. J. et al. Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum. *Physiological Reviews*, v. 80, n.1, p.1-29, 2000.
- NORMAN, A. W.; LITWACK, G. Hormones of pregnancy and lactation. In: Norman, A.W., Litwack, G. (Eds.), *Hormones*. 2<sup>a</sup> ed. San Diego, California: Academic Press, 1997.
- ODDE, K. G. A Review of synchronization of estrus in postpartum, cattle. *Journal of Animal Science*, v.68, p.817-830, 1990.
- ODDE, K. G.; KIRACOFE, G. H.; SCHALLES, R. R. Effect of 48-h calf removal, once, or twice-daily suckling and norgestomet on beef cow and calf performance. *Theriogenology*, v.26, p.371-381, 1986.
- ORDONEZ, J.V.; LINARES, P.G.; PLASSE, D. et al. Performance of *Bos taurus* and *Bos indicus* and their crosses. VI. Estimated heterosis for age and body weight at puberty in heifers. *Animal Breeding Abstracts*, v.43, p.1075-1086, 1974.
- ORIHUELA, A.; GALINA, C.; ESCOBAR, J. et al. Estrous behaviour following prostaglandin F<sub>2α</sub> injection in Zebu cattle under continuous observation. *Theriogenology*, v.19, p.795-809, 1983.

- ORIHUELA, A.; GALINA, C. S.; DUCHATEAU, A. The efficacy of oestrous detection and fertility following synchronization with PGF<sub>2α</sub> injection in Zebu cattle. *Theriogenology*, v.32, p.745-753, 1989.
- ORIHUELA, A. Some factors affecting the behavioral manifestation of oestrus in cattle: a review. *Applied Animal Behaviour Science*, v.70, p.1-16, 2000.
- OVERTON, M. W.; SISCHO, W. M. Comparison of reproductive performance by artificial insemination versus natural service sires in California dairies. *Theriogenology*, v.64, n.3, p.603-613, 2005.
- PALOMAREZ-NAVEDA, R.A.; PORTILLO-MARTINEZ, G.; GUTIERREZ-AÑEZ, J. C. et al. Treatment with intravaginal progestagen and estradiol to prevent prolonged anestrus in crossbred zebu cows under tropical conditions. *Tropical Animal Health and Production*, v.40, p.39-46, 2008.
- PARKINSON, T. J.; WHITFIELD, C.H. Optimization of freezing conditions for bovine spermatozoa. *Theriogenology*, v.27, p.781-797, 1987
- PASSOS, P. B.; FONSECA, V. O.; CASTILHO, L. A. C. et al. Eficiência das inseminações artificiais realizadas 12 e 24 horas após a observação do estro e vacas zebu. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.9, n.2, p.87-91, 1985.
- PATIL, J. S.; DESHPANDE, B. R. Study of body weight changes during ante partum, parturition, and postpartum periods in Gir cows with special reference to exhibition of postpartum actions. *Indian Veterinary Journal*, v.58, p.376-379, 1981.
- PATTERSON, D. J.; KOJIMA, F. N.; SMITH, M. F. A review of methods to synchronize estrus in replacement beef heifers and postpartum cows. *Journal of Animal Science*, v.81 (E. supl.), p.166-177, 2002.
- PECSOK, S. R.; MCGILLIARD; NEBEL, R. L. Conception rates. 2. Economic value of unit differences in percentage of sire conception rates. *Journal of Dairy Science*, v.77, p.3016-3021, 1994.
- PELLEGRINO, C. A. G. *Aplicação da mensuração da resistência elétrica do muco cérvico-vaginal de fêmeas bovinas*. 2002. 48f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- PERRY, E. J.; BARTLETT, J. W. The artificial insemination of dairy cows. *New Jersey Agriculture College Extension Bulletin*. v.284, 1955.
- PERRY, E. J. Historical Background. In: *The artificial insemination of farm animals*, 4<sup>th</sup> ed., 1968. Rutgers University Press, New Brunswick, New Jersey. p.3-13.
- PERRY, G. A. SMITH, M. F.; PATTERSON, D. J. et al. Evaluation of a fixed-time artificial insemination protocol for postpartum suckled beef cows. *Journal of Animal Science*, v.80, .3060-3064, 2002.
- PERRY, G. A. Comparison of the efficiency and accuracy of three estrous detection methods to indicate ovulation in beef cattle. p.122-127, 2005. Disponível em: <[http://ars.sdstate.edu/extbeef/2005/Beef\\_2005-24\\_Perry.pdf](http://ars.sdstate.edu/extbeef/2005/Beef_2005-24_Perry.pdf)>. Acesso em: maio de 2008.
- PESSOA, G. M. *Métodos de descongelamento de sêmen sobre a taxa de gestação de fêmeas bovinas de corte*. 2001. 31f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

- PETERS J. L.; SENGER, P. L.; ROSEMBERGER, J. L. et al. Radiographic evaluation of bovine artificial inseminating technique among professional and herdsman inseminators using 0.5- and 0.25-ml French straws. *Journal of Animal Science*, v.59, n.6, p.1671-1683, 1984.
- PFEIFER, L. F. M.; CORRÊA, M. N.; SCHMMIT, E et al. Uso de PGF<sub>2α</sub> associado ao benzoato de estradiol para inseminação artificial em tempo-fixo em vacas leiteiras. *Revista Brasileira Agrobiologia*, v.11, n.3, p.347-350, 2005.
- PICKETT, B. W.; BERNDTSON, W. E. Preservation of bovine spermatozoa by freezing in straws: A review. *Journal of Dairy Science*, v.57, n.11, p.1287-1301, 1974.
- PINHEIRO, E. J. D. *Idade ao primeiro parto, período de serviço e intervalo entre partos, em um rebanho Indubrasil*. 1973. 47f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- PINHEIRO, O. L.; BARROS, C. M.; FIGUEIREDO, R. A. et al. Estrous behaviour and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F<sub>2α</sub> or Norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology*, v.49, n.3, p.667-681, 1998.
- POLGE, C.; SMITH, A.U.; PARKS, A.S. A revival of spermatozoa dehydration at low temperature. *Nature*, v.164, p.666, 1949.
- PURSLEY, J. R.; WILTBANK, M. C.; STEVENSON, J. S. et al. 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, 1997.
- PURSLEY, J. R.; SILCOX, R. W.; WILTBANK, M. C. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.2139-2144, 1998.
- QUEIROZ, S. A.; LÔBO, R. B.; MARTINEZ, M. L. Efeitos da endogamia sobre algumas características de importância econômica na raça Gir. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.22, n.5, p.773-786, 1993.
- QUEIROZ, S. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; LANZONI, N. A. Efeito da endogamia sobre características de crescimento de bovinos da raça Gir no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.4, p.1014-1019, 2000.
- QUINTANS, G.; GIL, C. V.; SINCLAIR, K. D. Follicular growth and ovulation in postpartum beef cows following calf removal and GnRH treatment. *Animal Reproduction Science*, v.80, p.5-14, 2004.
- RABELO, C. M. C. *Idade ao primeiro parto, período de serviço e intervalo entre partos, no rebanho Indubrasil da estação experimental de Uberaba*. 1974. 43f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- RAE, D. O.; CHENOWETH, P. J.; GIANGRECO, M. A. et al. Assessment of estrus detection by visual observation and electronic detection methods and characterization of factors associated with estrus and pregnancy in beef heifers. *Theriogenology*, v.51, p.1121-1132, 1999.
- RAMIREZ-GODINEZ, J. A.; KIRACOFÉ, G. H.; SCHALLES, R. R. Endocrine patterns in the postpartum beef cow associated with weaning: A comparison of

- the short and subsequent normal cycles. *Journal of Animal Science*, v.55, p.153-158, 1982.
- RANDEL, R. D.; CALLAHAN, C. J.; GARVERICK, H. A. et al. Effect of melengestrol acetate on plasma progesterone, luteinizing hormone and total corticoid in dairy heifers. *Journal of Animal Science*, v.35, p. 389-397, 1972.
- RANDEL, R. D. Seasonal effects on female reproductive functions in the bovine (Indian breeds), *Theriogenology*, v.21, p.170-185, 1984.
- RANDEL, R. D. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *Journal Animal Science*, v.68, p.853-862, 1990.
- REKWOT, P. I.; OYEDIPE, E. O.; MUKASA-MUGERWA, E. Fertility in zebu cattle (*Bos indicus*) after prostaglandin administration and artificial insemination. *The Veterinary Journal*, v. 158, p.53-58, 1999.
- REYNOLDS, W. L., DE ROUEN, T. M.; HIGH Jr., J. W. The age and weight at puberty of Angus, Brahman and Zebu cross heifers. *Journal of Animal Science*, v.22, p.243(abstract), 1963.
- RICHARDS, M. W.; WETTEMANN, R. P.; SPICER, L. J. Nutritional anestrus in beef cows: Effects of body condition and ovariectomy on serum luteinizing hormone and insulin-like growth factor-I. *Biology of Reproduction*, v.44, p.961-966, 1991.
- RINDERKNECHT, H.; NOBLE, R. L.; WILLIAMS, P. C. Preliminary extraction of a gonadotrophic principle from pregnant mare serum. *Biochemical Journal*, v. 33, p.381-384, 1939.
- RIVERA, G. M.; GOÑI, C. G.; CHAVES, M. A. et al. Ovarian follicular wave synchronization and induction of ovulation in postpartum beef cows. *Theriogenology*, v.49, p.1365-1375, 1998.
- ROBBINS, R. K.; SAACKE, R. G.; CHANDLER, P. T. Influence of freeze rate, thaw rate and glycerol level on acrosomal retention and survival of bovine spermatozoa frozen in French straws. *Journal of Animal Science*, v.42, p.145, 1976.
- ROCHE, J.F. Calving rate of cows following insemination after a 12 day treatment with silastic coils impregnated with progesterone. *Journal of Animal Science*, v.43, n.1, p.164-169, 1976.
- RORIE, R. W.; BILBY, T. R.; LESTER, T. D. et al. Application of electronic estrus detection technologies to reproductive management of cattle. *Theriogenology*, v.57, p.137-148, 2002.
- RHODES, F. M.; FITZPATRICK, L. A.; ENTWISTLE, K. W. et al. 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.; McDOUGALL, S.; BURKE, C. R. et al. Invited review: Treatment of cows with an extended postpartum anestrus interval. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.1876-1894, 2003.
- ROSS, P. J.; ALLER, J. F.; CALLEJAS, S. S. et al. Estradiol benzoate given 0 or 24 h after the end of a progestagen treatment in postpartum suckled beef cows. *Theriogenology*, v.62, p.265-273, 2004.
- RUAS, J. R. M. *Eficiência reprodutiva e perfil metabólico de vacas zebu em relação a status reprodutivo, condição corporal, amamentação diferenciada e suplementação alimentar*. 1998. 137f. Tese

- (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais.
- RUAS, J. R. M.; BRANDÃO, F. Z.; FILHO, J. M. S. et al. Indução do estro no pós-parto de vacas primíparas Holandês-Zebu. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária*, v.57, n.4, p.476-484, 2005.
- RUTTER, L. M.; RANDEL, R. D. Nonpuberal estrus in beef heifers. *Journal of Animal Science*, v.63, p.1049-1053, 1986.
- SALFEN, B. E.; CRESSWELL, J. R.; BAO, B. et al. Effect of the presence of a dominant follicle and exogenous oestradiol on the duration of the luteal phase of the bovine oestrus cycle. *Journal of Reproduction and Fertility*, v.115, p. 15-21, 1999.
- SANCHEZ, T.; WEHRMAN, M. E.; BERGFELD, E. G. et al. Pregnancy rate is greater when the corpus luteum is present during the period of progestin treatment to synchronization time of estrus in cows and heifers. *Biology of Reproduction*, v.49, p.1102-1107, 1993.
- SANCHEZ, T.; WEHRMAN, M. E.; KOJIMA, F. N. et al. Dosage of the synthetic progestin, norgestomet, influences luteinizing hormone pulse frequency and endogenous secretion of 17 $\beta$ -Estradiol in heifers. *Biology of Reproduction*, v.52, p.464-469, 1995.
- SANTOS, I. W.; WEISS, R. R.; KIZICKI, L. E. Sincronização do estro em vacas de corte. *Archives of Veterinary Science*, v.5, p.1-4, 2000.
- SCHAMS, D.; SCHALLENGERGER, E.; HOFFMANN, B. et al. The oestrous cycle of the cow: hormonal parameters and time relationships concerning oestrus, ovulation and electrical resistance of the vaginal mucus. *Acta Endocrinology Copenhagen*. v.86, p.180-192, 1977.
- SCHENK, J. L.; SUH, T. K.; CRAN, D. G. et al. Cryopreservation of flow-sorted bovine spermatozoa. *Theriogenology*, v.52, p.1375-1391, 1999.
- SCHMITT, É. J. -P.; DIAZ, T.; DROST, M. et al. Use of a gonadotropin-releasing hormone agonist or human chorionic gonadotropin for timed insemination in cattle. *Journal of Animal Science*, v.74, p.1084-1091, 1996.
- SEIDEL, G. E.; SCHENK, J. L. Pregnancy rates in cattle with cryopreserved sexed sperm effects of sperm numbers per inseminate and site of sperm deposition. *Animal Reproduction Science*, v.105, p.129-138, 2008.
- SEIDEL, G. E.; SCHENK, J. L.; HERICKHOFF, S. P. et al. Insemination of heifers with sexed sperm. *Theriogenology*, v.52, p.1407-1420, 1999.
- SEIDEL, G. E. Jr.; GARNER, L. D. Current status of sexing mammalian spermatozoa. *Reproduction*, v.124, p.733-743, 2002.
- SEIDEL, G. E. Jr.; SCHENK, J. L. Pregnancy rates in cattle with cryopreserved sexed sperm: effects of sperm numbers per inseminate and site of sperm deposition. *Animal Reproduction Science*, v.105, p.129-138, 2008.
- SELK, G. Artificial insemination for beef cattle. 2002. artigo em hipertexto. Disponível em: <<http://www.thecattlesite.com/articles/721/artificial-insemination-for-beef-cattle#detection>>. Acesso em: maio de 2008.
- SENGER, P. L.; HILLERS, J. K.; MITCHELL, J. R et al Effects of serum treated semen, bulls, and herdsmen-

- inseminators on conception to first service in large commercial dairy herds *Journal of Dairy Science*, v.67, p.686-692, 1984.
- SENGER P. L.; MCCUTCHAN, J. F.; HILLERS, J. K. Influence of blood serum from bulls and heifers on head-to-head agglutination and acrosomal maintenance in bovine spermatozoa. *Biology of Reproduction*, v.25, p.433-437, 1981.
- SENGER, P. L. The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. *Journal of Dairy Science*, v.77, n.9, p.2745-2753, 1994.
- SENGER, P. L. Fertility factors – Which ones are really important? In: 6<sup>TH</sup>WESTERN DAIRY MANAGEMENT CONFERENCE, 6, 2003, Reno, NV. *Proceedings of the 6<sup>th</sup> western dairy management conference*. Reno: 2003a. p.89-105.
- SENGER, P. L. Pathways to pregnancy and parturition. 3<sup>a</sup> ed. Ephrata: Cadmus professional communications, 2003b, 368p.
- SHORT, R. E.; BELLOWS, R. H. Relationships among weight gains, age at puberty and reproductive performance in heifers. *Journal of Animal Science*, v.32, p.127-131, 1971.
- SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A.; CARR, J. B. et al. Induced or synchronized puberty in heifers. *Journal of Animal Science*, v.43, p. 1254-1258, 1976.
- SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A.; STAIGMILLER, R.B. et al. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.68, p.79-816, 1990.
- SIANANGAMA, P. C.; RAJAMAHENDRAN, R. Effect of hCG administration on day 7 of the oestrus cycle on follicular dynamics and cycle length in cows. *Theriogenology*, v.45, p. 583-592, 1996.
- SILVA, E.; STERRY, R. A.; KOLB D. et al. Effect of pretreatment with prostaglandin F<sub>2α</sub> before resynchronization of ovulation on fertility of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.90, p.5509-5517, 2007.
- SIMPÓSIO NACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 1, 1974, Belo Horizonte. *Anais do 1<sup>o</sup> simpósio nacional de reprodução animal*. Belo Horizonte: 1974. 160p.
- SMITH, J. W.; SPAHR, S. L.; PUCKETT, H. B. Electrical conductivity of reproductive tissue for detection of estrus in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.72, p.693-701, 1989.
- SOUZA, G. F. Efeito da presença de rufiões sobre a primeira temporada reprodutiva de novilhas de corte. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.30, n.1, p.72-73, 2002.
- SPROTT, L. R. Management and financial considerations affecting the decision to synchronize estrus in beef females. *Proceedings of the American Society of Animal Science*, p.1-10, 1999.
- STAGG, K.; SPICER, L. J.; SREENAN, J. M. et al. 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.
- STEGNER, J. E.; KIJIMA, F. N.; ELLERSICK, M. R. et al. A comparison of progestin-based protocols to synchronize estrus in postpartum beef cows. *Journal of Animal Science*, v.82, p.1016-1021, 2004.

- STELLFLUG, J. N.; LOUIS, T. M.; HAFS, H. D. et al. Luteolysis, estrus and ovulation, and blood prostaglandin F after intramuscular administration of 15, 30 or 60 mg prostaglandin F<sub>2α</sub>. *Prostaglandins*, v.9, n.4, p.609-615, 1975.
- STERRY, R.A.; JARDON, P.W.; FRICKE, P.M. Effect of timing of Cosynch on fertility of lactating Holstein cows after first postpartum and Resynch timed-AI services. *Theriogenology*, v.67, n.7, p.1211-1216, 2007.
- STEVENSON, J. S.; PURSLEY J. R. Use of milk progesterone and prostaglandin F<sub>2α</sub> in a scheduled artificial insemination program. *Journal of Dairy Science*, v.77, n.6, p.1755-1760, 1994.
- STEVENSON, J. S.; HOFFMAN, D. P.; NICHOLS, D. A. et al. Fertility in estrus-cycling and noncycling virgin heifers and suckled beef cows after induced ovulation. *Journal of Animal Science*, v.75, p.1243-1350, 1997.
- STEVENSON, J. S. 2003. Disponível em <<http://www.beefimprovement.org/proceedings/03proceedings/stevenson.pdf>>. Acesso em: Abril de 2007.
- STEWART, D. L. Storage of bull spermatozoa at low temperatures. *Veterinary Record*, v.63, p.65-66, 1951.
- STOEBEL, D. P.; MORBEG, D. P. Effect of adrenocorticotropin and cortisol on luteinizing hormone surge and oestrous behavior of cows, *Journal of Dairy Science*, v.65, p.1016-1024, 1982.
- TANIGUSHI, M.; IKEDA, A.; ARIKAWA, E. et al. Ovarian follicular and corpus luteum changes, progesterone concentrations, estrus and ovulation following estradiol benzoate/progesterone based treatment protocol in crossbred cows. *Animal Reproduction Science*, v.99, p.389-394, 2007.
- TEPPERMAN, J. Metabolic and endocrine physiology. 3<sup>a</sup> Ed. Chicago: Year book medical publishers incorporated, 1973, 245p.
- THATCHER, W. W. DROST, M. SAVIO, J. D. et al. New clinical uses of GnRH and its analogues in cattle. *Animal Reproduction Science*, v.33, p.27-49, 1993.
- THIBIER, M.; WAGNER, H. -G. World statistics for artificial insemination in cattle. *Livestock Production Science*, v.74, p.203-212, 2002.
- THOMAS, C. A.; GARNER, D. L.; DeJARNETE, J. M. et al. Effect of cryopreservation on bovine sperm organelle function and viability as determined by flow cytometry. *Biology of Reproduction*, v.58, p.786-793, 1998.
- TRIMBERGER, G. W. Breeding efficiency in dairy cattle from artificial insemination at various intervals before and after ovulation. *Nebraska Agriculture Experimental Station Research Bulletin*. v.153, p.1-26, 1948.
- 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.
- V SIMPÓSIO NACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 1, 1974, Belo Horizonte. *Anais do 5º simpósio nacional de reprodução animal*. Belo Horizonte: 1984. p.215-255.

- VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 1989, Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte, 1989.
- VAN EERDENBURG, F. J. C. M.; KARTHAUS, D.; TAVERNE, M. A. M. et al. The relationship between estrous behavioral score and time of ovulation in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.85, p.1150-1156, 2002.
- VANHOLDER, T.; LEROY, J. L. M. R.; OPSOMER, G. et al. Interactions between energy balance and ovarian activity in high yielding dairy cows early postpartum: a review. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, v.75, p.79-85, 2006.
- VASCONCELOS, J. L. M.; SILCOX, R. W.; ROSA, G. J. M. et al. Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning of different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology*, v.52, p.1067-1078, 1999.
- VILLACORTA, V. V. The estrous cycle, duration of heat and time of ovulation in cattle in the tropics. *Animal Breeding Abstract*, v.29, p.52, 1960.
- VISHWANATH, R. Artificial insemination: the state of the art. *Theriogenology*, v.59, p.571-584, 2003.
- VISHWANATH, R.; SHANNON, P. Storage of bovine semen in liquid and frozen state. *Animal Reproduction Science*, v.62, p.23-53, 2000.
- WALDMANN, A.; KURYKIN, J.; JAAKMA, U et al. The effects of ovarian function on estrus synchronization with PGF in dairy cows. *Theriogenology*, v.66, n.5, p.1364-1374, 2006.
- WALSH, R. B.; LeBLANC, S. J.; DUFFIELD, T. F. et al. The effect of a progesterone releasing intravaginal device (PRID) on pregnancy risk to fixed-time insemination following diagnosis of non-pregnancy in dairy cows. *Theriogenology*, v.67, p.948-956, 1998.
- WALTERS, D. L.; SHORT, R.E.; CONVEY, E. M. et al. Pituitary and ovarian function in postpartum beef cows. II. Endocrine changes prior to ovulation in suckled and nonsuckled postpartum cows compared to cycling cows. *Biology of Reproduction*, v.26, n.4, p.647-654, 1982.
- WATSON, P. F. Recent developments and concepts in the cryopreservation of spermatozoa and the assessment of their post-thawing function. *Reproduction and Fertility Development*, v.7, p.871-891, 1995.
- WATSON, P. F. The causes of reduced fertility with cryopreserved semen. *Animal Reproduction Science*, v.60-61, p.481-492, 2000.
- WEBB, D. W. Artificial insemination in dairy cattle. p.1-5, 2003. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/DS/DS08900.pdf>> Acesso em: Abril de 2008.
- WEEMS, C. W.; WEEMS, Y. S.; RANDEL, R. D. Prostaglandins and reproduction in females farm animals. *The Veterinary Journal*, v.171, p.206-228, 2005.
- WEIGEL, K. A. Exploring the role of sexed semen in dairy production systems. *Journal of Dairy Science*, 87 (E. Suppl.), p.E120-E130, 2003.
- WENZEL, J. G.W. A review of prostaglandin F products and their use in dairy reproductive herd health programs. *Veterinary Bulletin*, v.61, n.5, p.433-447, 1991.
- WHEATON, J. E.; LAMB, G. C. Induction of cyclicity in postpartum anestrous beef

- cows using progesterone, GnRH and estradiol cypionate (ECP). *Animal Reproduction Science*, 102, p.208-216, 2007.
- WETTEMANN, R. P.; HILL, G. M.; BOYD, M. E. et al. Reproductive performance of postpartum beef cows after short-term calf separation and dietary energy and protein supplementation. *Theriogenology*, v.26,n.4, p.433-443, 1986.
- WETTEMANN, R. P.; LENTS, C. A.; CICCIOLO, N. H. et al. Nutritional- and suckling-mediated anovulation in beef cows. *Journal of Animal Science*, v.81, p.E48-E59, 2003.
- WILLIAMS, G. L.; KOTWICA, J.; SLANGER, W. D. et al. Effect of suckling on pituitary responsiveness to gonadotropin-releasing hormone throughout the early postpartum period of beef cows. *Journal of Animal Science*, v.54, n.3, p.594-602, 1982.
- WILLIAMS, G. L.; KOZIOROWSKI, M.; OSBORN, R. G. et al. The post-weaning rise of tonic luteinizing hormone secretion in anoestrus cows is not prevented by chronic milking or physical presence of the calf. *Biology of Reproduction*, v.36, p.1079-1084, 1987.
- WILLIAMS, G. L. Suckling as a regulator of postpartum breeding in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, v.68, p.831-852, 1990.
- WILTBANK, J. N.; KASSON, C. W. Synchronization of estrus in cattle with an progestational agent and an injection of an estrogen. *Journal of Animal Science*, v.27, p. 113-116, 1968.
- WILTBANK, J. N.; GONZALLES-PADILLA, E. Synchronization and induction of estrus in heifers with a progestagen and estrogen. *Annual of Biology and Animal Biochemistry and Biophysics*, v.15, p.255-262, 1975.
- WILTBANK, M. C. Uso eficaz de hormônios de reprodução: II. Programas de reprodução. In: NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 4., 2000, Passos. Anais... Passos: 2000. p.71-85.
- WHISNANT, C. S.; KISER, T. E.; THOMPSON, F. N. Influence of calf removal on the serum luteinizing hormone response to Naloxone in the postpartum beef cow. *Journal of Animal Science*, v.63, p.561-564, 1986a.
- WHISNANT, C. S.; KISER, T. E.; THOMPSON, F. N. et al. Opioid inhibition of luteinizing hormone secretion during the postpartum period in suckled beef cows. *Journal of Animal Science*, v.63, p.1445-1448, 1986b.
- WOLFENSON, D.; INBAR, G.; ROTH, Z. et al. Follicular dynamics and concentrations of steroids and gonadotropins in lactating cows and nulliparous heifers. *Theriogenology*, v.62, n.6, p.1042-1055, 2004.
- WOOD, S. L.; LUCY, M. C.; SMITH, M. F., PATTERSON, D. J. Improved synchrony of estrus and ovulation with the addition of GnRH to a melengestrol acetate-prostaglandin F<sub>2α</sub> synchronization treatment in beef heifers. *Journal of Animal Science*, v.79, p.2210-2216, 2001.
- XU, Z. Z.; McKNIGHT, D. J.; VISHWANATH, R. et al. Estrus detection using radiotelemetry or visual observation and tail painting for dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.2890-2896, 1998.
- XU, Z. Z.; BURTON, L. J. Estrus synchronization of dairy cows with GnRH, progesterone, and prostaglandin F<sub>2α</sub>.

*Journal of Dairy Science*, v.83, p.471-476, 2000.

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.; MAUCK, H. S.; HOLLAND, M. D. et al. Synchronization of estrus in suckled postpartum beef cows with melengestrol acetate and PGF<sub>2α</sub>. *Theriogenology*, v.43, p.389-400, 1995a.

YELICH, J. V.; HOLLAND, M. D.; SCHUTZ, D. N. et al. Synchronization of estrus in suckled postpartum beef cows with melengestrol acetate, 48-hours calf removal and PGF<sub>2α</sub>. *Theriogenology*, v.43, p.401-410, 1995b.

ZIMBELMAN, R. G.; SMITH, L. W. Control of ovulation in cattle with melengestrol acetate. I. Effect of dosage and route of administration. *Journal of Reproduction and Fertility*, v.11, p. 185-192, 1966.

ZIMBELMAN, R. G.; LAUDERDALE, J. W.; SOKOLOWSKI, J. H. et al. Safety and pharmacologic evaluations of melengestrol acetate in cattle and other animals: A review. *Journal of American Veterinary Medical Association*, v. 157, p. 1528-1536, 1970.

## 7. – Anexos

Anexo 1: *Análises estatísticas*

### 7.1. Propriedade 1

#### **Análise 1:** Escore corporal dos animais em dezembro

Teste Kruskal-Wallis			
Classe	Classe	Dif. Observada	Dif. Mínia Significativa (P=0,05)
1	2	29,97031	31,58952
1	3	101,90786	40,42369
2	3	71,93755	32,60768

#### **Análise 2:** Escore corporal dos animais em janeiro

Teste Kruskal-Wallis			
Classe	Classe	Dif. Observada	Dif. Mínia Significativa (P=0,05)
1	2	32,65882	21,20976
1	3	42,82061	21,67648
2	3	18,80467	18,80467

#### **Análise 3:** Idade dos animais ciclando

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	272,2830		26,332	0,00000
Resíduo	63	651,4478	10,34044		
Coeficiente de variação		48,821			

**Análise 4: Peso inicial dos animais ciclando**

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	17971,22		28,198	0,00000
Resíduo	47	50889,03	1272,333		
Coeficiente de variação		8,857			

**Análise 5: Peso final dos animais ciclando**

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	35877,69		28,198	0,00000
Resíduo	47	59799,66	1272,333		
Coeficiente de variação		8,350			

**Análise 6: Escore da condição corporal inicial dos animais ciclando**

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	3,52635
Variância	2476,86792
Significância	0,00021

**Análise 7: Escore da condição corporal final dos animais ciclando**

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	1,51481
Variância	2484,13232
Significância	0,06491

**Análise 8: Intervalo da aplicação da prostaglandina ao estro**

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	1818,157	1818,157	3,880	0,05520
Resíduo	44	20620,80	468,6545		
Coeficiente de variação		29,016			

**Análise 9: Idade dos animais em anestro**

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Categoria	1	191,0564		18,439	0,00007
Resíduo	59	611,3329	10,36457		
Coeficiente de variação		54,870			

**Análise 10: Peso inicial dos animais em anestro**

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	16362,46		10,728	0,00194
Resíduo	49	74732,05	1525,144		
Coeficiente de variação		11,400			

**Análise 11: Peso final dos animais em anestro**

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	14761,83		11,171	0,00160
Resíduo	49	64748,80	1321,404		
Coeficiente de variação		9,478			

**Análise 12: Escore da condição corporal inicial dos animais em anestro**

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	2,68841
Variância	2888,98364
Significância	0,00359

**Análise 13: Escore da condição corporal final dos animais em anestro**

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	0,47885
Variância	1412,98914
Significância	0,31603

**Análise 14: Intervalo da retirada do implante intravaginal ao estro**

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	726,0000		14,011	0,00113
Resíduo	22	1140,000	51,81818		
Coeficiente de variação		16,176			

**Análise 15: Diâmetro folicular na colocação do implante intravaginal**

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	0,8144131		20,385	0,00003
Resíduo	58	2,317205	0,39951E-1		
Coeficiente de variação		19,670			

**Análise 16: Diâmetro folicular na retirada do implante intravaginal**

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	0,410673E-2		0,111	*****
Resíduo	58	2,147258	0,37021E-1		
Coeficiente de variação		20,931			

**Análise 17: Área do corpo lúteo 10 dias após a ovulação**

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	0,8458181		1,949	0,17121
Resíduo	36	15,62076	0,4339101		
Coeficiente de variação		34,005			

**Análise 18:** Volume do corpo lúteo 10 dias após a ovulação

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Categoria	1	1,368561	1,368561	1,393	0,24566
Resíduo	36	35,37261	0,9825725		
Coeficiente de variação		51,848			

**Análise 19:** Comparação do peso vivo inicial com o final das novilhas ciclando

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	16072,31	16072,31	19,182	0,00012
Resíduo	33	27650,84	837,9041		
Coeficiente de variação		7,881			

**Análise 20:** Comparação do escore corporal inicial e final das novilhas ciclando

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	0,03662
Variância	745,71429
Significância	0,48540

**Análise 21:** Comparação do peso inicial e final das vacas ciclando

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	64511,89	64511,89	46,162	0,00000
Resíduo	70	97825,77	1397,511		
Coeficiente de variação		8,979			

**Análise 22:** Comparação do escore corporal inicial final das vacas ciclando

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	5,44203
Variância	12257,21973
Significância	0,00000

**Análise 23:** Comparação do peso inicial e final das novilhas em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	7770,240	7770,240	13,291	0,00151
Resíduo	21	1226,98	584,6180		
Coeficiente de variação		7,409			

**Análise 24:** Comparação do escore corporal inicial e final das novilhas em anestro

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	1,53224
Variância	235,22464
Significância	0,06274

**Análise 25:** Comparação do diâmetro folicular das novilhas em anestro na colocação com a retirada do implante

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	0,6592154	0,6592154	46,543	0,00000
Resíduo	24	0,3399231	0,14163E-1		
Coeficiente de variação					

**Análise 26:** Comparação do peso inicial e final das vacas em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	372549,84	37249,84	21,990	0,00002
Resíduo	85	143983,8	1693,928		
Coeficiente de variação					

**Análise 27:** Comparação do escore corporal inicial e final das vacas em anestro

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	2,33178
Variância	13858,27734
Significância	0,00986

**Análise 28:** Comparação do diâmetro folicular das vacas em anestro na colocação com a retirada do implante

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	0,730255E-1	0,730255E-1	2,2287	0,13415
Resíduo	92	13,09497	0,1522670		
Coeficiente de variação					

**Análise 29:** Comparação da idade das novilhas ciclando com as em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	2,084117	2,084117	16,008	0,00044
Resíduo	27	3,515183	0,1301920		
Coeficiente de variação					

**Análise 30:** Comparação do peso inicial das novilhas ciclando com as em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	9364,139	9364,139	20,786	0,00010
Resíduo	27	12163,31	450,4929		
Coeficiente de variação					

**Análise 31:** Comparação do peso final das novilhas ciclando com as em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	12370,46	12370,46	12,030	0,00177
Resíduo	27	27764,51	1028,315		
Coeficiente de variação		8,621			

**Análise 32:** Comparação do escore corporal inicial das novilhas ciclando com as em anestro

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	2,32608
Variância	471,33966
Significância	0,01001

**Análise 33:** Comparação do escore corporal final das novilhas ciclando com as em anestro

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	3,42047
Variância	430,86945
Significância	0,00031

**Análise 34:** Comparação da idade das vacas ciclando com as em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	22,74965	22,74965	1,716	0,19334
Resíduo	95	1259,266	13,25543		
Coeficiente de variação		50,033			

**Análise 35:** Comparação do peso inicial das vacas ciclando com as em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	24239,18	24239,18	15,045	0,00022
Resíduo	81	130499,5	1611,105		
Coeficiente de variação		10,981			

**Análise 36:** Comparação do peso final das vacas ciclando com as em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	55628,00	55628,00	37,708	0,00000
Resíduo	76	112119,0	1475,250		
Coeficiente de variação		9,204			

**Análise 37:** Comparação do escore corporal inicial das vacas ciclando com as em anestro

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	2,44337
Variância	16885,29883
Significância	0,00728

**Análise 38:** Comparação do escore corporal final das vacas ciclando com as em anestro

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	6,53878
Variância	9386,41699
Significância	0,00000

**Análise 39:** Taxas de estro em novilhas tratadas com prostaglandina

Grupo	Com estro	Sem estro	Total
Primeira aplicação	14	4	18
Segunda aplicação	4	0	4
Teste estatístico		GL	p
Exato de Fisher		1	0,5538

**Análise 40:** Taxas de estro em vacas tratadas com prostaglandina

Grupo	Com estro	Sem estro	Total
Primeira aplicação	30	5	35
Segunda aplicação	4	1	5
Teste estatístico		GL	p
Exato de Fisher		1	1,0000

**Análise 41:** Taxas gestação após a aplicação da prostaglandina em novilhas

Grupo	Gestantes	Não gestantes	Total
Primeira aplicação	9	5	14
Segunda aplicação	2	2	4
Teste estatístico		GL	p
Exato de Fisher		1	1,0000

**Análise 42:** Taxas gestação após a aplicação da prostaglandina em vacas

Grupo	Gestantes	Não gestantes	Total
Primeira aplicação	16	14	30
Segunda aplicação	1	4	5
Teste estatístico	valor	GL	p
Exato de Fisher	7,736	1	0,3377

**Análise 43:** Taxa de estro e ovulações após terapia hormonal em vacas paridas e anestro

Grupo	Estro	Sem Estro	Total
Com Ovulação	20	5	
Sem Ovulação	2	21	
Teste estatístico	valor	GL	p
Exato de Fisher	5,471	1	< 0,0001

**Análise 44:** Taxa de gestação após aplicação da terapia hormonal ou repetição do estro em vacas paridas

Grupo	Gestantes	Não gestantes	Total
HI	9	39	
HV	3	8	
Teste estatístico		GL	p
Exato de Fisher		1	0,6787

7.2. Propriedade 2

**Análise 45:** Escore corporal dos animais em dezembro

Teste Kruskal-Wallis			
Classe	Classe	Diferença Observada	Dif. mínima significativa (p=0,05)
1	1	18,95821	22,29683
2	2	24,13470	23,52937
3	3	43,09290	19,07871

**Análise 46:** Escore corporal dos animais em janeiro

Análise de variância			
Classe	Classe	Diferença Observada	Dif. mínima significativa (p=0,05)
1	1	13,06003	20,81666
2	2	50,19296	21,14017
3	3	63,25298	18,60462

**Análise 47:** Peso inicial dos animais ciclando

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	22494,04		12,563	0,00096
Resíduo	43	76990,76	1790,483		
Coeficiente de variação		10,917			

**Análise 48:** Peso final dos animais ciclando

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	14411,52		8,793	0,00795
Resíduo	19	31141,71	1639,038		
Coeficiente de variação		9,346			

**Análise 49:** Escore da condição corporal inicial dos animais ciclando

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	0,56397
Variância	2292,00220
Significância	0,28640

**Análise 50:** Escore corporal final dos animais ciclando

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	0,30277
Variância	133,63637
Significância	0,38104

**Análise 51: Intervalo da aplicação da prostaglandina ao estro**

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	242,7128	242,7128	0,243	*****
Resíduo	45	44887,50	997,5000		
Coeficiente de variação		39,146			

**Análise 52: Peso inicial dos animais em anestro**

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	37977,68		30,387	0,00000
Resíduo	48	59990,40	1249,800		
Coeficiente de variação		9,938			

**Análise 53: Peso final dos animais em anestro**

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Categoria	1	18145,12		15,521	0,00026
Resíduo	48	56114,88	1169,060		
Coeficiente de variação		9,368			

**Análise 54: Escore da condição corporal inicial dos animais em anestro**

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	3,41745
Variância	1714,38318
Significância	0,00032

**Análise 55: Escore da condição corporal final dos animais em anestro**

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	0,19477
Variância	1482,84473
Significância	0,42279

**Análise 56: Intervalo da retirada do implante intravaginal ao estro**

Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	1307,172		2,507	0,12496
Resíduo	27	14076,00	521,3333		
Coeficiente de variação					

**Análise 57: Diâmetro folicular na colocação do implante intravaginal**

Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	0,619336E-1		1,140	0,29001
Resíduo	60	3,260655	0,5434425E-1		
Coeficiente de variação					

**Análise 58:** Diâmetro folicular na retirada do implante intravaginal

Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	0,570808E-1		0,989	*****
Resíduo	60	3,463766	0,577294E-1		
Coeficiente de variação					

**Análise 59:** Área do corpo lúteo 10 dias após a ovulação

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	2,945333		13,604	0,00096
Resíduo	28	6,062333	0,2165119		
Coeficiente de variação		24,026			

**Análise 60:** Volume do corpo lúteo 10 dias após a ovulação

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Categoria	1	5,158453		12,163	0,00163
Resíduo	28	11,87553	0,4241262		
Coeficiente de variação		34,629			

**Análise 61:** Comparação do peso inicial com o final das novilhas ciclando

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	7271,578	7271,578	2,659	0,11789
Resíduo	21	57434,86	2734,993		
Coeficiente de variação		14,163			

**Análise 62:** Comparação do escore corporal final das novilhas ciclando

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	0,736169E-1	0,73616E-1	0,555	*****
Resíduo	22	2,915966	0,1325439		
Coeficiente de variação		9,763			

**Análise 63:** Comparação do peso inicial com o final das vacas ciclando

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	21309,83	21309,83	17,234	0,00016
Resíduo	41	50697,62	1236,527		
Coeficiente de variação					

**Análise 64:** Comparação do escore corporal inicial com o final das vacas ciclando

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	0,640522E-1	0,64052E-1	0,558	*****
Resíduo	49	5,622222	0,1147392		
Coeficiente de variação		8,379			

**Análise 65:** Comparação do peso inicial com o final das novilhas em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	1412,446	1412,446	1,352	0,25643
Resíduo	24	25079,90	1044,996		
Coeficiente de variação		10,179			

**Análise 66:** Comparação do escore corporal inicial com o final das novilhas em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	1,111538	1,111538	10,779	0,00314
Resíduo	24	2,475000	0,1031250		
Coeficiente de variação		9,999			

**Análise 67:** Comparação do diâmetro folicular das novilhas em anestro na colocação com a retirada do implante

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	0,264033E-1	0,26403E-1	1,026	0,31975
Resíduo	28	0,7204933	0,25731E-1		
Coeficiente de variação		16,891			

**Análise 68:** Comparação do peso inicial com o final das vacas em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	502,6320	502,6320	0393	*****
Resíduo	85	108753,8	1279,457		
Coeficiente de variação		9,618			

**Análise 69:** Comparação do escore corporal inicial com o final das vacas em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	1,952917	1,952917	12,421	0,00068
Resíduo	88	13,83597	0,1572270		
Coeficiente de variação		14,105			

**Análise 70:** Comparação do diâmetro folicular das vacas em anestro na colocação com a retirada do implante

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	0,747074E-1	0,74707E-1	1,145	0,28745
Resíduo	92	6,003928	0,65260E-1		
Coeficiente de variação		29,118			

**Análise 71:** Comparação do peso inicial com o final das novilhas ciclando

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	7271,578	7271,578	2,659	0,11789
Resíduo	21	57434,86	2734,993		
Coeficiente de variação		14,163			

**Análise 72:** Comparação do escore corporal inicial com o final das novilhas ciclando

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	0,736169E-1	0,73616E-1	0,555	*****
Resíduo	22	2,915966	0,1325439		
Coeficiente de variação		9,763			

**Análise 73:** Comparação do peso inicial com o final das vacas ciclando

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	21309,83	21309,83	17234	0,00016
Resíduo	41	50697,62	1236,527		
Coeficiente de variação		8,379			

**Análise 74:** Comparação do escore corporal inicial com o final das vacas ciclando

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	0,640522E-1	0,64052E-1	0,558	*****
Resíduo	49	5,622222	0,1147392		
Coeficiente de variação		9,021			

**Análise 75:** Comparação do peso inicial das novilhas ciclando com as em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	16744,50	16744,50	8,624	0,00632
Resíduo	30	58251,00	1941,700		
Coeficiente de variação		13,168			

**Análise 76:** Comparação do peso final das novilhas ciclando com as em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	17742,36	17742,36	12,205	0,00327
Resíduo	15	24263,76	1617,584		
Coeficiente de variação		11,316			

**Análise 77:** Comparação do escore corporal inicial das novilhas ciclando com as em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	1,251783	1,251783	9,006	0,00528
Resíduo	31	4,308824	0,1389943		
Coeficiente de variação		10,426			

**Análise 78:** Comparação do escore corporal final das novilhas ciclando com as em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	1,976681	1,976681	27,400	0,00010
Resíduo	15	1,082143	0,72142E-1		
Coeficiente de variação		8,302			

**Análise 79:** Comparação do peso inicial das vacas ciclando com as em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	21352,10	21352,10	16,381	0,00012
Resíduo	74	96458,59	1303,494		
Coeficiente de variação		9,430			

**Análise 80:** Comparação do peso final das vacas ciclando com as em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	61788,59	61788,59	51,006	0,00000
Resíduo	52	62992,83	1211,401		
Coeficiente de variação					

**Análise 81:** Comparação do escore corporal inicial das vacas ciclando com as em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Tratamento	1	2,00695	25,00695	157,502	0,00000
Resíduo	81	12,86052	0,158719		
Coeficiente de variação		12,647			

**Análise 82:** Comparação do escore corporal final das vacas ciclando com as em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Tratamento	1	6,005774	6,005774	50,976	0,00000
Resíduo	56	6,597674	0,1178156		
Coeficiente de variação		10,879			

**Análise 83:** Taxas de estro em novilhas tratadas com prostaglandina

	Com estro	Sem estro	Total
Primeira aplicação	9	9	18
Segunda aplicação	6	3	9
Teste estatístico		GL	p
Exato de Fisher		1	0,6828

**Análise 84:** Taxas de estro em vacas tratadas com prostaglandina

	Com estro	Sem estro	Total
Primeira aplicação	26	14	40
Segunda aplicação	11	3	14
Teste estatístico		GL	p
Exato de Fisher		1	0,5073

**Análise 85:** Taxas gestação após a aplicação da prostaglandina em novilhas

	Gestantes	Não gestantes	Total
Primeira aplicação	6	12	18
Segunda aplicação	3	6	9
Teste estatístico		GL	p
Exato de Fisher		1	1,0000

**Análise 86:** Taxas gestação após a aplicação da prostaglandina em vacas

	Gestantes	Não gestantes	Total
Primeira aplicação	13	27	40
Segunda aplicação	6	8	14
Teste estatístico	valor	GL	p
Exato de Fisher		1	0,5278

**Análise 87:** Taxa de estro e ovulações após terapia hormonal em novilhas em anestro

	Estro	Sem Estro	Total
Com Ovulação	12	0	12
Sem Ovulação	2	1	3
Teste estatístico	valor	GL	p
Exato de Fisher			0,2000

**Análise 88:** Taxa de estro e ovulações após terapia hormonal em vacas paridas em anestro

	Estro	Sem Estro	Total
Com Ovulação	8	7	15
Sem Ovulação	6	26	32
Teste estatístico	valor	GL	p
Exato de Fisher		1	0,0370

**Análise 89:** Taxa de gestação após aplicação da terapia hormonal ou repetição do estro em novilhas

	Gestantes	Não gestantes	Total
Terapia hormonal	5	10	15
Repetição do estro	2	0	2
Teste estatístico		GL	p
Exato de Fisher		1	0,1544

**Análise 90:** Taxa de gestação após aplicação da terapia hormonal ou repetição do estro em vacas paridas

	Gestantes	Não gestantes	Total
Terapia hormonal	9	39	
Repetição do estro	3	8	
Teste estatístico		GL	p
Exato de Fisher		1	0,6787

## 7.3. Propriedade 3

**Análise 91:** Comparação de idade das vacas ciclando com as em anestro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	0,55069E-3	0,55069E-3	0,001	*****
Resíduo	80	82,57155	1,032144		
Coeficiente de variação		19,651			

**Análise 92:** Comparação do peso das vacas ciclando com as em anestro em fevereiro de 2007

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	150,4125	150,4125	0,050	*****
Resíduo	79	236687,1	2996,039		
Coeficiente de variação		12,194			

**Análise 93:** Comparação do peso das vacas ciclando com as em anestro em março de 2007

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	317,5282	317,5282	0,117	*****
Resíduo	78	212204,0	2720,564		
Coeficiente de variação		11,341			

**Análise 94:** Comparação do peso das vacas ciclando com as em anestro em abril de 2007

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Categoria	1	4272,988	4272,988	1,273	0,26258
Resíduo	79	265136,3	3356,156		
Coeficiente de variação		12,413			

**Análise 95:** Comparação do peso das vacas ciclando com as em anestro em maio de 2007

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	11979,18	11979,18	4,373	0,03968
Resíduo	80	219130,2	2739,127		
Coeficiente de variação		11,321			

**Análise 96:** Comparação do peso das vacas ciclando com as em anestro em junho de 2007

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	21228,97	21228,97	7,192	0,00895
Resíduo	78	230234,6	1951,725		
Coeficiente de variação		12,367			

**Análise 97:** Comparação do peso das vacas ciclando com as em anestro em julho de 2007

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Categoria	1	45389,10	45389,10	17,125	0,00009
Resíduo	80	212036,1	2650,452		
Coeficiente de variação		12,438			

**Análise 98:** Comparação do peso das vacas ciclando com as em anestro em agosto de 2007

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	39843,12	39843,12	16,494	0,00011
Resíduo	79	190833,5	2415,614		
Coeficiente de variação		12,215			

**Análise 99:** Comparação do peso das vacas ciclando com as em anestro em setembro de 2007

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	1383,483	1383,483	1,041	0,31139
Resíduo	65	86393,14	1329,125		
Coeficiente de variação		10,153			

**Análise 100:** Comparação do peso das vacas ciclando com as em anestro em outubro de 2007

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	6587,977	6587,977	2,896	0,09271
Resíduo	79	17696,9	2274,644		
Coeficiente de variação		13,321			

**Análise 101:** Comparação do peso das vacas ciclando com as em anestro em dezembro de 2007

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	291,496	291,496	1,062	0,30581
Resíduo	80	172653,6	2158,170		
Coeficiente de variação		12,379			

**Análise 102:** Comparação do peso das vacas ciclando com as em anestro em fevereiro de 2008

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	150,4125	150,4125	0,050	*****
Resíduo	79	236687,1	2996,039		
Coeficiente de variação		12,194			

**Análise 103:** Comparação do intervalo da aplicação da prostaglandina ao estro nos animais ciclando e gestantes,

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	277,9636	277,9636	0,446	*****
Resíduo	63	39235,64	622,7879		
Coeficiente de variação					

**Análise 104:** Taxas de estro em vacas ciclando tratados com prostaglandina

	Com estro	Sem estro	Total
Primeira aplicação	36	25	61
Segunda aplicação	20	5	25
Terceira aplicação	3	2	5
Teste estatístico	Valor	GL	p
Qui-quadrado	3,479	2	0,1756

**Análise 105:** Taxas de gestação em vacas tratadas com prostaglandina

	Gestantes	Não Gestantes	Total
Primeira aplicação	19	17	36
Segunda aplicação	4	16	20
Terceira aplicação	3	2	5
Teste estatístico	Valor	GL	p
Qui-quadrado	6,321	2	0,0424

## 7.4. Propriedade 5

**Análise 106:** Dias pós-parto em vacas ciclando

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	486540,1	486540,1	34,520	0,00001
Resíduo	18	253699,6	14094,42		
Coeficiente de variação		66,979			

**Análise 107:** Escore da condição corporal inicial das vacas ciclando

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	0,18317
Variância	603,56854
Significância	0,42734

**Análise 108:** Intervalo da aplicação da prostaglandina ao estro

Análise de variância					
Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	p
Categoria	1	12,99248	12,99248	0,006	*****
Resíduo	17	40155,43	2362,084		
Coeficiente de variação					

**Análise 109:** Comparação do escore corporal inicial das aças ciclando com as em anestro

Teste Wilcoxon	
Valor do teste	1,44203
Variância	12310,95215
Significância	0,07465

**Análise 110:** Taxas de gestação em vacas ciclando após tratamento com prostaglandina, repetição do estro ou introdução do touro

	Gestantes	Não Gestantes	Total
Prostaglandina	8	10	
Repetição do estro	4	1	
Introdução do touro	3	3	
Teste estatístico	Valor	GL	p
Qui-quadrado	1,990	2	0,3697

**Análise 111:** Taxas de gestação em vacas paridas ciclando após tratamento com prostaglandina, repetição do estro ou introdução do touro

	Gestantes	Não Gestantes	Total
	3	14	
	10	1	
	3	1	
Teste estatístico	Valor	GL	p
Qui-quadrado	15,481	2	0,0004

**Análise 112:** Taxas de gestação em vacas paridas m anestro após tratamento hormonal, repetição do estro ou introdução do touro

	Gestantes	Não Gestantes	Total
Tratamento hormonal	22	40	
Repetição do estro	12	19	
Introdução do Touro	13	4	
Teste estatístico	Valor	GL	p
Qui-quadrado	9,444	2	0,0089