

Fisiologia reprodutiva de fêmeas taurinas e zebuínas

*Reproductive physiology of *Bos taurus* and *Bos indicus* females*

Pietro Sampaio Baruselli¹, Lindsay Unno Gimenes, José Nélio de Sousa Sales

Departamento de Reprodução Animal, FMVZ-USP, CEP 05508-000, São Paulo, SP, Brasil.

¹Correspondência: barusell@usp.br

Resumo

Na presente revisão são comentados os aspectos fisiológicos de fêmeas bovinas, tais como o comportamento estral, as características do desenvolvimento folicular e o anestro pós-parto. O conhecimento desses eventos e, principalmente, das diferenças entre zebuínos e taurinos, implica em diferentes técnicas de manejo e respostas a tratamentos hormonais. Essas particularidades na fisiologia reprodutiva são fundamentais para o correto emprego de biotecnologias da reprodução, tais como inseminação artificial, superovulação, transferência de embriões e aspiração folicular guiada por ultra-som aliada à produção *in vitro* de embriões (OPU-PIV).

Palavras-chave: *Bos taurus*, *Bos indicus*, Ciclo estral, Onda de crescimento folicular.

Abstract

*In the current review the main physiological aspects of cattle are commented. The topics include estrous behavior, characteristics of follicular development and postpartum anestrous. The knowledge of these events and, specially the *Bos indicus* and *Bos taurus* particularities, implicates in different management procedures and responses to hormonal treatments usually applied for artificial insemination, superstimulation, embryo transfer and OPU-IVP.*

Keywords: *Bos taurus*, *Bos indicus*, Estrous cycle, Follicular waves.

Introdução

O intenso progresso observado na sincronização do crescimento folicular e da ovulação e na manipulação do ciclo estral tem facilitado o emprego da inseminação artificial, da transferência de embriões e da OPU-PIV, colaborando para rápida difusão de material genético superior, seja com finalidade de produção de carne ou de leite. Isto foi possível graças às pesquisas em áreas básicas, especialmente às relacionadas à fisiologia reprodutiva. Compreender os fenômenos fisiológicos associados ao crescimento folicular e à ovulação é fundamental para otimizar as biotécnicas da reprodução e, conseqüentemente, a eficiência reprodutiva dos rebanhos.

Existem particularidades reprodutivas de *Bos indicus* e de *Bos taurus* que devem ser levadas em consideração quando do emprego de técnicas de manejo, de inseminação artificial, de transferência de embriões e de aspiração folicular guiada por ultra-som aliada à produção *in vitro* de embriões.

A presente revisão aborda os aspectos fisiológicos de fêmeas bovinas, apontando as principais diferenças entre zebuínos e taurinos.

Características do estro comportamental

Durante a fase do estro, as fêmeas bovinas apresentam manifestações comportamentais caracterizadas por imobilidade durante a monta, comportamento homossexual, descarga de muco vaginal, mugidos freqüentes, intensa movimentação, aumento na freqüência de micção, entre outras características. Por um longo período estes sinais foram e ainda são empregados para a detecção convencional do estro. Contudo, as características do estro são influenciadas por uma série de fatores, entre os principais: idade (De Silva *et al.*, 1981), produção de leite (Van Vliet e Van Eerdenburg, 1996), condições ambientais (White *et al.*, 2002) e fatores sociais, como hierarquia (Galina *et al.*, 1994, revisado em Landaeta-Hernández *et al.*, 2004). Adicionalmente, existem diferenças observadas entre raças (Rae *et al.*, 1999), e embora ainda não completamente elucidadas, entre grupos genéticos (zebuínos e taurinos).

Fêmeas *Bos indicus* geralmente apresentam estro de duração mais curta (aproximadamente 10 horas), o que dificulta sua detecção (Galina e Arthur, 1990 revisado em Bó *et al.*, 2003). Somado a este fator, mais de 50% dos animais desse grupo genético iniciam a manifestação de cio no período noturno (entre 18:00 e 6:00 h;

Pinheiro *et al.*, 1998; Membrive, 2000), sendo que cerca de 30% iniciam e encerram o estro durante a noite (Pinheiro *et al.*, 1998), dificultando o manejo e a eficácia da detecção de cio. Em condições brasileiras de manejo, foi avaliado o comportamento reprodutivo de vacas de corte com auxílio de radiotelemetria (Heat-Watch). Verificou-se que a duração do estro em *Bos indicus* é menor do que em *Bos taurus* (12,9±2,9 horas em Nelore vs. 16,3±4,8 horas em Angus; Mizuta, 2003). Apesar disso, o intervalo entre o estro e a ovulação não apresentou diferenças entre estas duas raças (Nelore, 27,1±3,3 h vs. Angus, 26,1±6,3 h). No entanto, estudos recentes indicam que vacas Holandesas (*Bos taurus*) de alta produção também apresentam estro de curta duração. Existem relatos de que há uma relação negativa entre a produção de leite e a duração do estro (Wiltbank *et al.*, 2006). Esses autores especulam que vacas de alta produção (acima de 40kg de leite por dia) apresentam diminuição das concentrações circulantes de estradiol, decorrente do aumento do metabolismo desse esteróide (Wiltbank *et al.*, 2006). Esses dados são indicativos de que é necessário conhecer as características do estro comportamental e da ovulação para implantar eficientes programas de detecção de cio, levando em consideração as diferenças entre *Bos indicus* e *Bos taurus*.

Desenvolvimento folicular

O desenvolvimento folicular de bovinos ocorre em um padrão de ondas. Cada onda de crescimento folicular é caracterizada por um grupo de pequenos folículos que são recrutados (emergência folicular) e iniciam uma fase de crescimento comum por cerca de três dias (Ginther *et al.*, 2003). Destes, apenas um continua seu desenvolvimento (folículo dominante), enquanto os outros sofrem decréscimo de tamanho (folículos subordinados; Lucy *et al.*, 1992), estabelecendo-se então, o fenômeno da divergência folicular. Após a divergência, e na presença de altos níveis de progesterona - que promove redução da frequência na pulsatilidade de LH - o folículo dominante torna-se anovulatório. A partir desse momento começa o processo de atresia e perda da dominância, dando início a uma nova onda de crescimento folicular (Ginther *et al.*, 1989; Webb *et al.*, 1999). Contrariamente, o folículo dominante presente no momento da regressão luteínica culmina na ovulação (Fortune *et al.*, 2004).

Existem diferenças na dinâmica folicular entre *Bos taurus* e *Bos indicus*. Uma particularidade observada entre zebuínos e taurinos diz respeito ao número de ondas de crescimento folicular por ciclo estral. Estudos realizados em animais da raça Holandesa demonstraram predominância de duas e três ondas de crescimento folicular por ciclo estral (Savio *et al.*, 1988; Sirois e Fortune, 1988; Ginther *et al.*, 1989; Wolfenson *et al.*, 2004). Contudo, em zebuínos existem relatos que descrevem maior incidência de 3 ondas, sendo notificada a presença de até 4 ondas de crescimento folicular por ciclo estral (Brahman - Rhodes *et al.*, 1995; Nelore - Figueiredo *et al.*, 1997; Gir - Viana *et al.*, 2000).

Além da diferença no número de ondas, existem trabalhos que descrevem que fêmeas *Bos indicus* recrutam maior número de folículos por onda de crescimento folicular que fêmeas *Bos taurus* (33,4 ± 3,2 vs 25,4 ± 2,5; Carvalho *et al.*, 2007). Essa característica tem influencia direta na eficiência da técnica de transferência de embriões e de OPU-PIV, indicando vantagem de fêmeas zebuínas sobre taurinas. Existem relatos de que o número de folículos recrutados por onda de crescimento folicular apresenta diferenças entre indivíduos, e essa característica possui alta repetibilidade durante a vida reprodutiva da fêmea (Boni *et al.*, 1997).

Esse aumento do número de folículos presentes nos ovários pode estar relacionado ao sistema IGF. Existem evidências de que o sistema IGF difere entre esses grupos genéticos. Estudos realizados com vacas Brahman foram sugestivos de que esses animais apresentam maiores concentrações plasmáticas de IGF-I (Simpson *et al.*, 1994, Alvarez *et al.*, 2000) e menores concentrações de FSH quando comparadas com vacas Angus (Alvarez *et al.*, 2000). Alguns autores levantaram a hipótese de que o maior número de folículos presentes no ovário de *Bos indicus* pode ser devido à elevada concentração de IGF-I, mesmo na presença de baixos níveis de FSH (Bó *et al.*, 2003). Essa diferença nas concentrações de FSH e de IGF-I pode explicar a maior sensibilidade ao tratamento superovulatório em doadoras *Bos indicus* (Barros e Nogueira, 2001). Existem relatos que confirmam que é possível reduzir consideravelmente a dose de FSH para superovular fêmeas Nelore (Baruselli *et al.*, 2003), empregando doses inferiores às usualmente utilizadas para *Bos taurus*.

A divergência (ou desvio) folicular é definida pela diferença nas taxas de crescimento entre os dois maiores folículos, sendo marcada pela continuidade no desenvolvimento do maior folículo e declínio ou parada no crescimento dos outros (Ginther *et al.*, 1996; 2001). Em bovinos da raça Holandesa (*Bos taurus*), o desvio tem início por volta do dia 2,8 após a emergência, quando o folículo dominante atinge em média 8,5 mm e o folículo subordinado 7,2 mm (Ginther *et al.*, 1996). Já, em novilhas da raça Nelore (*Bos indicus*), descreve-se período de 2,5 a 2,7 dias após a ovulação (Gimenes *et al.*, 2005b; Sartorelli *et al.*, 2005; Castilho *et al.*, 2006). Embora não se tenha testado simultaneamente, os diâmetros do folículo dominante e subordinado parecem ser menores em *Bos indicus* do que em *Bos taurus*. Para *Bos indicus*, não há grande variação descrita quanto ao diâmetro do folículo subordinado (5,3 a 5,9 mm; Gimenes *et al.*, 2005b; Sartorelli *et al.*, 2005; Castilho *et al.*, 2006) e do folículo dominante (5,4 a 6,2 mm, Gimenes *et al.*, 2005b; Sartorelli *et al.*, 2005; Castilho *et al.*,

2006). Resumidamente, os dados de literatura são indicativos de que a divergência folicular em *Bos indicus* ocorre com diâmetros inferiores aos reportados para *Bos taurus*.

Contudo, apesar de relatos sobre a aquisição de receptores de LH pelo folículo dominante no momento da divergência, existem estudos demonstrando que este folículo ainda não é responsivo a um indutor de ovulação. Sartori *et al.* (2001) verificaram que a capacidade ovulatória em vacas Holandesas ocorre somente após os folículos alcançarem 10 mm de diâmetro. Recentemente foi realizado um experimento a fim de verificar o diâmetro no qual os folículos de novilhas *Bos indicus* (Nelore, Gir e cruzadas Nelore x Gir) adquirem capacidade ovulatória (Gimenes *et al.*, 2005a). As fêmeas foram tratadas com 25 mg de LH quando o folículo dominante atingiu os seguintes diâmetros: 7,0 a 8,4 mm; 8,5 a 10,0 mm e >10,0 mm. Constatou-se que 33% das fêmeas *Bos indicus* ovularam com diâmetros entre 7,0 e 8,4 mm, e que essa responsividade ao LH aumentou quando os folículos alcançaram diâmetros entre 8,5 e 10,0 mm (80%) e superiores a 10,0 mm (90%). Esses dados são sugestivos de que a capacidade ovulatória em *Bos indicus* é adquirida com diâmetros inferiores aos observados em *Bos taurus*.

Estudos recentes sobre sincronização da ovulação em doadoras *Bos indicus* (Nelore) e *Bos taurus* (Holandês) parecem corroborar com a afirmação acima (Martins *et al.*, 2005; Rodrigues *et al.*, 2005; Baruselli *et al.*, 2006). Nos trabalhos de Martins *et al.* (2005) e Rodrigues *et al.* (2005), as doadoras foram tratadas com dispositivo intravaginal de progesterona e divididas para receber 25mg de LH, 12 ou 24 horas após a última aplicação de FSH. Foram realizadas duas inseminações artificiais 12 e 24 horas após o tratamento com LH. Em doadoras da raça Holandesa, a administração do indutor de ovulação 24 horas após o último FSH resultou em aumento na resposta ovulatória e maior número de embriões transferíveis do que doadoras tratadas com LH 12 horas após o último FSH (Martins *et al.*, 2005; Rodrigues *et al.*, 2005; Baruselli *et al.*, 2006). Inversamente, em Nelore o atraso de 12 para 24 horas no indutor de ovulação ocasionou redução do número de estruturas transferíveis e congeláveis e aumento do número de embriões degenerados. Com base nesses resultados é possível verificar que em *Bos indicus* a indução de ovulação em protocolos de superestimulação pôde ser obtida precocemente, ao passo que em *Bos taurus* foi necessário atrasar o tratamento para melhorar a resposta ovulatória. Os resultados são indicativos de que o atraso de 12 horas empregado em *Bos taurus*, permitiu tempo adicional para que os folículos atingissem diâmetros condizentes com a capacidade ovulatória.

Outra diferença fisiológica entre *Bos taurus* e *Bos indicus* está relacionada ao diâmetro máximo alcançado pelo folículo dominante em cada onda de crescimento folicular. Em *Bos taurus* com duas ondas são descritos diâmetros de 17,1 e 16,5 mm para a primeira e segunda onda (Ginther *et al.*, 1989). Já, em *Bos indicus*, os diâmetros relatados foram de 11,3 e 12,1 mm, respectivamente (Figueiredo *et al.*, 1997). Para animais com três ondas de crescimento folicular os diâmetros máximos foram de 16,0; 12,9 e 13,9 mm para *Bos taurus* (Ginther *et al.*, 1989) e de 10,4; 9,4 e 11,6 mm para *Bos indicus* (Figueiredo *et al.*, 1997). A partir desses relatos pode-se verificar que o diâmetro do folículo dominante e do folículo ovulatório em zebuínos é menor do que em taurinos.

Também, o diâmetro do corpo lúteo parece ser menor em *Bos indicus* que em *Bos taurus*. Corpos lúteos de zebuínos variam de 17 a 21 mm de diâmetro (Rhodes *et al.*, 1995; Figueiredo *et al.*, 1997), ao passo que em taurinos são relatados diâmetros entre 20 e 30 mm (Ginther *et al.*, 1989; Kastelic *et al.*, 1990). Da mesma maneira, há relatos de que a concentração de progesterona produzida pelo CL também é inferior em zebuínos em relação aos taurinos (Segerson *et al.*, 1984). Segundo Randel (1976) fêmeas zebuínas puras e cruzadas apresentam menor concentração de progesterona por grama de tecido luteínico do que fêmeas taurinas.

Carvalho *et al.* (2007) realizaram estudo com sincronização de ovulação em novilhas *Bos indicus* (Nelore e Gir), *Bos taurus* (Angus e Holandês) e cruzadas *Bos indicus* x *Bos taurus* (Nelore x Angus e Gir x Holandês), mantidas contemporaneamente durante o período experimental. O protocolo consistiu no emprego de dispositivo intravaginal de progesterona e benzoato de estradiol no início do tratamento. Durante a permanência do dispositivo intravaginal, as concentrações de progesterona sérica foram estatisticamente superiores e permaneceram mais elevadas em novilhas *Bos indicus*. Os autores discutem que esse achado pode ser decorrente da diferença de metabolismo entre esses grupos genéticos, atribuindo menor velocidade metabólica em zebuínos. Esse resultado deve ser levado em consideração quando do emprego de tratamentos com progesterona em *Bos indicus*. Elevadas concentrações de progesterona diminuem a pulsatilidade de LH e podem comprometer o crescimento folicular e a ovulação.

Fisiologia do pós-parto

A duração da gestação em *Bos indicus* (292 dias em média) é mais longa que a de *Bos taurus* (282 dias em média; Paschal *et al.*, 1991). Portanto, para obtenção de intervalo entre partos de 12 meses, o período de serviço (intervalo parto/concepção) em *Bos indicus* deve ser 10 dias inferior ao de *Bos taurus*, para que a eficiência reprodutiva seja semelhante.

Após o parto, a fêmea bovina tem que criar um bezerro saudável e em seguida restabelecer uma nova gestação. O padrão de desenvolvimento folicular ovariano que prevalece durante a gestação deverá agora ser

substituído por uma seqüência de eventos que culminará no comportamento de cio, seguido de ovulação e formação de um corpo lúteo normal. Esses requisitos são necessários para o restabelecimento da fertilidade no período pós-parto nos diversos tipos de criação (Rhodes *et al.*, 2003). No entanto, o que se observa em muitos casos é um longo período de anestro pós-parto, tanto em *Bos indicus* quanto em *Bos taurus*, apesar de haver crescimento folicular durante essa fase (Wiltbank *et al.*, 2002). Existem pesquisas que indicam que logo após o parto, verifica-se baixa quantidade de LH armazenado na hipófise, sendo essa característica fisiológica limitante para o restabelecimento da atividade ovariana no período pós-parto (Yavas e Walton, 2000). Nesse período não foram relatadas alterações na liberação de FSH.

No final da gestação ocorre diminuição da concentração de gonadotrofinas devido à intensa retroalimentação negativa da progesterona e do estrógeno. Logo após o parto, verifica-se elevação das concentrações de FSH e, conseqüentemente, emergência da primeira onda de crescimento folicular (2-7 dias após o parto; Wiltbank *et al.*, 2002). No entanto, para que ocorra a ovulação do folículo dominante, a freqüência dos pulsos de LH deve ser de aproximadamente 1 pulso por hora (revisado em Bó *et al.*, 2003). A ausência ou a inadequada pulsatilidade de LH faz com que essas estruturas não se desenvolvam além do diâmetro da divergência folicular. Wiltbank *et al.* (2002) especulam que zebuínos podem apresentar deficiência de FSH no período pós-parto. Os autores se basearam no estudo de Ruiz-Cortez e Olivera-Angel (1999), no qual se verificou que folículos de vacas zebuínas não alcançavam diâmetros superiores a 6mm durante o anestro pós-parto. Contudo, em estudos recentes sobre divergência folicular em Nelore (Gimenes *et al.* 2005b; Sartorelli *et al.*, 2005; Castilho *et al.*, 2006), constatou-se que o folículo de *Bos indicus* atinge a dominância em torno de 6mm de diâmetro, menor do que o relatado para *Bos taurus* (8,5mm). Portanto, condições anovulatórias freqüentemente verificadas em zebuínos não parecem estar associadas à deficiência de FSH, que promove o crescimento até a divergência. Esses dados são sugestivos de que o anestro pós-parto em zebuínos está ligado ao comprometimento da liberação de LH, responsável pela continuidade do crescimento e indução da ovulação do folículo dominante. Sendo assim, especula-se que em fêmeas zebuínas em anestro severo, com comprometimento na liberação de LH, os folículos não atingem diâmetros superiores a 6mm. Já, em fêmeas taurinas nas mesmas condições de anestro os folículos crescem até 8,5mm de diâmetro.

Quanto ao padrão de liberação do LH no período pós-parto, existem indícios de que zebuínos e taurinos apresentem diferenças nas concentrações plasmáticas dessa gonadotrofina. Em um experimento, D'Occhio *et al.* (1990) observaram que, aos 30 dias pós parto, vacas *Bos taurus* (Hereford x Shorthorn) apresentavam maior concentração plasmática de LH ($0,7 \pm 0,1$ ng/ml) do que vacas *Bos indicus* ($0,6 \pm 0,1$ ng/ml; Brahman). Essa diferença parece aumentar à medida que se distancia do parto. Nesse mesmo estudo, constatou-se que vacas *B. taurus* tiveram maior secreção pulsátil de LH e taxa de prenhez entre 50 e 120 dias após o parto que vacas *B. indicus*. Estudos realizados com finalidade de sincronizar a ovulação para IATF no período pós-parto em *Bos indicus* são indicativos de que o tratamento com eCG (que age estimulando os receptores de FSH e LH) apresenta significativo aumento na taxa de concepção, quando comparado aos animais não tratados (Baruselli *et al.*, 2004). Especula-se que esse incremento se deve ao estímulo gonadotrófico da eCG, que aumenta a taxa de crescimento e de ovulação do folículo dominante de vacas *Bos indicus* em anestro. Vacas *Bos indicus* no período pós-parto apresentam comprometimento na pulsatilidade de LH e no crescimento do folículo dominante. Outro aspecto positivo do tratamento com eCG é o efeito luteotrófico desse fármaco. Existem trabalhos que apontam aumento significativo das concentrações circulantes de progesterona produzidas pelo CL formado após o tratamento com eCG (Baruselli *et al.*, 2004). Vários trabalhos associam o aumento da concentração plasmática de progesterona com o desenvolvimento embrionário e o estabelecimento da gestação (Binelli *et al.*, 2001).

Após o restabelecimento dos estoques hipofisários de LH (15 a 30 dias de pós-parto; Yavas e Walton, 2000), os principais fatores que comprometem a ovulação é a condição nutricional e a amamentação (Montiel e Ahuja, 2005).

Quanto à nutrição, sabe-se que animais criados em regiões tropicais apresentam comprometimento na atividade ovariana pós-parto devido ao inadequado conteúdo energético fornecido pelas pastagens. Dessa maneira, a energia ingerida pelo animal é priorizada para funções vitais de manutenção e de produção de leite, em detrimento das funções reprodutivas (revisado em Montiel e Ahuja, 2005). Os efeitos resultantes do comprometimento nutricional são a supressão na liberação de GnRH e, conseqüentemente, diminuição na freqüência dos pulsos de LH (Schillo, 1992), reduzindo o diâmetro máximo do folículo dominante e a duração da onda de crescimento folicular (Rhodes *et al.*, 1995; Wiltbank *et al.*, 2002). De acordo com esses achados, a avaliação de escore de condição corporal (ECC) e da nutrição do rebanho tornam-se importantes ferramentas do manejo reprodutivo (Montiel e Ahuja, 2005).

Outro fator que pode inibir a ovulação no pós-parto é a amamentação, por reduzir a liberação de GnRH e a secreção de LH (Williams, 1990). Essas alterações fisiológicas podem afetar a maturação final e ovulação do folículo dominante. Além do ato de amamentar, o olfato, a visão, o estímulo tátil e a audição podem também induzir essas alterações fisiológicas (Williams *et al.*, 1996) Para atenuar o efeito da presença do bezerro, realiza-se desmame total, parcial (permitir ao bezerro acesso à mãe uma ou duas vezes ao dia) ou temporário (remoção do bezerro durante 48 a 96h; revisado em Yavas e Walton, 2000; Montiel e Ahuja, 2005). Essas técnicas de



manejo podem ser empregadas para aumentar a pulsatilidade de LH e promover o crescimento folicular e a ovulação de rebanhos em anestro, isoladamente ou em conjunto com tratamentos hormonais.

Assim, os dados acima apresentados demonstram a importância do conhecimento das particularidades da fisiologia reprodutiva de *Bos indicus* e de *Bos taurus* para implementar biotécnicas que buscam a multiplicação de indivíduos geneticamente superiores e a melhoria da eficiência reprodutiva.

Tabela 1. Principais diferenças na fisiologia reprodutiva de fêmeas *Bos taurus* e *Bos indicus*.

	<i>Bos indicus</i>	Referências	<i>Bos taurus</i>	Referências
Duração do estro (horas)	12,9±2,9	Mizuta (2003)	16,3±4,8	Mizuta (2003)
Intervalo início do estro-ovulação (horas)	27,1±3,3	Mizuta (2003)	26,1±6,3	Mizuta (2003)
Número de ondas de crescimento folicular	2 a 4	Rhodes <i>et al.</i> (1995) Figueiredo <i>et al.</i> (1997) Sirois e Fortune (1988)	2 a 3	Savio <i>et al.</i> (1998) Sirois e Fortune (1988) Wolfenson <i>et al.</i> (2004)
Dia da divergência folicular	2,5 a 2,7 d pós-ovulação	Sartorelli <i>et al.</i> (2005) Castilho <i>et al.</i> (2006) Gimenes <i>et al.</i> (2005b)	2,8 d após a emergência	Ginther <i>et al.</i> (1996)
Diâmetro do folículo dominante na divergência (mm)	5,4/ 5,9/ 6,2	Sartorelli <i>et al.</i> (2005) Castilho <i>et al.</i> (2006) Gimenes <i>et al.</i> (2005b)	8,5	Ginther <i>et al.</i> (1996)
Diâmetro do maior folículo subordinado na divergência (mm)	5,3/ 5,9	Sartorelli <i>et al.</i> (2005) Castilho <i>et al.</i> (2006) Gimenes <i>et al.</i> (2005b)	7,2	Ginther <i>et al.</i> (1996)
Diâmetro que adquire a capacidade ovulatória (mm)	7,0 a 8,5	Gimenes <i>et al.</i> (2005a)	10,0	Sartori <i>et al.</i> (2001)
Diâmetro do folículo ovulatório (mm)	11,6 a 12,1	Figueiredo <i>et al.</i> (1997)	13,9 a 16,5	Ginther <i>et al.</i> (1989)
Diâmetro do corpo lúteo (mm)	17 a 21	Rhodes <i>et al.</i> (1995) Figueiredo <i>et al.</i> (1997)	20 a 30	Ginther <i>et al.</i> (1989) Kastelic <i>et al.</i> (1990)

Agradecimentos

Às Instituições que colaboram em parceria com nosso grupo de pesquisa. Aos órgãos de fomento – FAPESP, CNPq e CAPES – pelo auxílio financeiro. Às empresas pela doação dos fármacos para o desenvolvimento de nossos experimentos.

Referências

- Alvarez P, Spicer LJ, Chase Jr CC, Payton ME, Hamilton TD, Stewart RE, Hammond AC, Olson TA, Wettman RP. Ovarian and endocrine characteristics during the estrous cycle in Angus, Brahman and Senepol cows in a subtropical environment. *J Anim Sci*, v.78, p.1291-1302, 2000.
- Baruselli PS, Marques MO, Reis EL, Nasser LFT, Silva RCP, Menegatti JA, Valentin R, Santos ICC. Adequação da dose de FSH (Folltropin-v) em protocolos de superovulação de vacas nelore (*Bos taurus indicus*) com inseminação artificial em tempo fixo (SOTF). *Acta Sci Vet*, v.31, p.244-245, 2003.
- Baruselli PS, Reis EL, Marques MO, Nasser LF, Bo GA. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrous beef cattle in tropical climates. *Anim Reprod Sci*, v.82-83, p.479-486, 2004.
- Baruselli PS, Sá Filho MF, Martins CM, Nasser LFT, Nogueira MFG, Barros CM, Bo GA. Superovulation and embryo transfer in *Bos indicus* cattle. *Theriogenology*, v.65, p.77-88, 2006.
- Barros CM, Nogueira MFG. Embryo transfer in *Bos indicus* cattle. *Theriogenology*, v.56, p.1483-1496, 2001.
- Binelli M, Thatcher WW, Mattos R, Baruselli PS. Antiluteolytic strategies to improve fertility in cattle. *Theriogenology*, v.56, p.1451-1463, 2001.
- Bó GA, Baruselli PS, Martinez MF. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Anim Reprod Sci*, v.78, p.307-326, 2003.
- Boni R, Roelofsen MWM, Pieterse MC, Kogut J, Kruip ThAM. Follicular dynamics, repeatability and predictability of follicular recruitment in cows undergoing repeated follicular puncture. *Theriogenology*, v.48, p.277-289, 1997.

- Carvalho JBP, Carvalho NAT, Reis EL, Nichi M, Souza AH, Baruselli PS.** Effect of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in *Bos indicus*, *Bos indicus* x *Bos taurus*, and *Bos taurus* heifers. *Theriogenology*, 2007. (submetido para publicação).
- Castilho C, Garcia JM, Renesto A, Nogueira GP, Brito LFC.** Follicular dynamics and plasma FSH and progesterone concentrations during follicular deviation in the first post-ovulatory wave in Nelore (*Bos indicus*) heifers. *Anim Reprod Sci*, v.98, p.189-96, 2006.
- De Silva AWMV, Anderson GW, Gwazdauskas FC, McGilliard ML, Lineweaver JA.** Correlations with estrous behavior and conception in dairy cattle. *J Dairy Sci*, v.64, p.2409-2418, 1981.
- D’Ochio MJ, Neish A, Broadhurst L.** Differences in gonadotrophin secretion postpartum between Zebu and European breed cattle. *Anim Reprod Sci*, v.22, p.311-317, 1990.
- Figueiredo RA, Barros CM, Pinheiro OL, Sole JMP.** Ovarian follicular dynamics in Nelore breed (*Bos indicus*) cattle. *Theriogenology*, v.47, p.1489-1505, 1997.
- Fortune JE, Rivera GM, Yang MY.** Follicular development: the role of the follicular microenvironment in selection of the dominant follicle. *Anim Reprod Sci*, v.82-83, p.109-126, 2004.
- Gimenes LU, Carvalho NAT, Sá Filho MF, Santiago LL, Carvalho JBP, Mapletoft RJ, Barros CM, Baruselli PS.** Capacidade ovulatória em novilhas *Bos indicus*. *Acta Sci Vet*, v.33, supl.1, p.209, 2005a [Resumo].
- Gimenes LU, Sá Filho MF, Madureira EH, Trinca LA, Barros CM, Baruselli PS.** Estudo ultra-sonográfico da divergência folicular em novilhas Nelore (*Bos indicus*). *Acta Sci Vet*, v.33, supl.1, p.210, 2005b [Resumo].
- Ginther OJ, Beg MA, Donadeu FX, Bergfelt DR.** Mechanism of follicle deviation in monovular farm species. *Anim Reprod Sci*, v.78, p.239-257, 2003.
- Ginther OJ, Bergfelt DR, Beg MA, Kot K.** Follicle selection in cattle: role of luteinizing hormone. *Biol Reprod*, v.64, p.197-205, 2001.
- Ginther OJ, Knopf L, Kastelic JP.** Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two or three follicular waves. *J Reprod Fertil*, v.87, p.223-230, 1989.
- Ginther OJ, Wiltbank MC, Fricke PM, Gibbons JR, Kot K.** Selection of the dominant follicle in cattle. *Biol Reprod*, v.55, p.1187-1194, 1996.
- Kastelic JP, Bergfelt DR, Ginther OJ.** Relationship between ultrasonic assessment of the corpus luteum and plasma progesterone concentration in heifers. *Theriogenology*, v.33, p.1269-1278, 1990.
- Landaeta-Hernández AJ, Palomares-Naveda R, Soto-Castillo G, Atencio A, Chase Jr CC, Chenoweth PJ.** Social and breed effects on the expression of a PGF₂α induced oestrus in beef cows. *Reprod Dom Anim*, v.39, p.315-320, 2004.
- Lucy MC, Savio JD, Badinga L, De La Sota RL, Thatcher WW.** Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *J Anim Sci*, v.70, p.3615-3626, 1992.
- Martins CM, Castricini ESC, Reis EL, Torres-Júnior JRS, Gimenes LU, Sá Filho MF, Baruselli PS.** Produção embrionária de vacas Holandesas a diferentes protocolos de superovulação com inseminação artificial em tempo fixo. *Acta Sci Vet*, v.33, p.227, 2005 [Resumo].
- Membrive CMB.** *Estudo da sincronização das ondas foliculares e das características de estros, por radiotelemetria, em novilhas cruzadas (Bos indicus x Bos taurus) tratadas com acetato de melengestrol e prostaglandina associados a hCG, GnRH ou 17β estradiol + progesterona.* São Paulo, 2000. 156f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- Mizuta K.** *Estudo comparativo dos aspectos comportamentais do estro e dos teores plasmáticos de LH, FSH, progesterona e estradiol que precedem a ovulação em fêmeas bovinas Nelore (Bos taurus indicus), Angus (Bos taurus taurus) e Nelore x Angus (Bos taurus indicus x Bos taurus taurus).* São Paulo, 2003. 98f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- Montiel F, Ahuja C.** Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Anim Reprod Sci*, v.85, p.1-26, 2005.
- Murphy MG, Boland MP, Roche JF.** Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in postpartum beef suckled cows. *J Reprod Fertil*, v.90, p.523-533, 1990.
- Paschal JC, Sanders JO, Kerr JL.** Calving and weaning characteristics of Angus-, Gray Brahman-, Gir-, Indu-Brazil-, Nellore-, and Red Brahman-sired F1 calves. *J. Anim. Sci*, v.69, p.2395-2402, 1991.
- Pinheiro OL, Barros CM, Figueiredo RA, Valle ER, Encarnação RO, Padovani CR.** Estrous behaviour and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F₂α or norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology*, v.49, p.667-681, 1998.
- Rae DO, Chenoweth PJ, Giangreco MA, Dixon PW, Bennet FL.** 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.
- Randel RD.** LH and ovulation in Brahman, Brahman x Hereford and Hereford heifers. *J Anim Sci*, v.43, p.300, 1976 [Resumo].



- Rhodes FM, De'ath G, Entwistle KW.** Animal and temporal effects on ovarian follicular dynamics in Brahman heifers. *Anim Reprod Sci*, v.38, p.265-277, 1995.
- Rhodes FM, McDougall S, Burke CR, Verkerk GA, Macmillan KL.** Invited review: Treatment of cows with an extended postpartum anestrous interval. *J Dairy Sci*, v.86, p.1876-1894, 2003.
- Rodrigues CA, Mancilha RF, Reis EL, Ayres H, Gimenes LU, Sá Filho MF, Baruselli PS.** Efeito do número de implantes de norgestomet e do momento da administração do indutor de ovulação em vacas holandesas superovuladas. *Acta Sci Vet*, v.33, p.229, 2005 [Resumo].
- Ruiz-Cortes ZT, Olivera-Angel M.** Ovarian follicular dynamics in suckled zebu (*Bos indicus*) cows monitored by real time ultrasonography. *Anim Reprod Sci*, v.54, p.211-220, 1999.
- Sartorelli ES, Carvalho LM, Bergfelt DR, Ginther OJ, Barros CM.** Morphological characterization of follicle deviation in Nelore (*Bos indicus*) heifers and cows. *Theriogenology*, v.63, p.2382-2394, 2005.
- Sartori R, Fricke PM, Ferreira JCP, Ginther OJ, Wiltbank MC.** Follicular deviation and acquisition of ovulatory capacity in bovine follicles. *Biol Reprod*, v.65, p.1403-1409, 2001.
- Savio JD, Keenan L, Boland MP, Roche JF.** Pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycle of heifers. *J Reprod Fertil*, v.83, p.663-671, 1988.
- Segerson EC, Hansen TR, Libby DW, Randel RD, Getz WR.** Ovarian and uterine morphology and function in Angus and Brahman cows. *J Anim Sci*, v.59, p.1026-1046, 1984.
- Schillo KK.** Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *J Anim Sci*, v.70, p.1271-1282, 1992.
- Simpson RB, Chase Jr CC, Spicer LJ, Vernon RK, Hamond AC, Rae DO.** Effect of exogenous insulin on plasma and follicular insulin-like growth factor I, insulin-like growth factor binding protein activity, follicular estradiol and progesterone, and follicular growth in superovulated Angus and Brahman cows. *J Reprod Fertil*, v.102, p.483-492, 1994.
- Sirois J, Fortune JE.** Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography. *Biol Reprod*, v.39, p.308-317, 1988.
- Van Vliet JH, Van Eerdenburg FJCM.** Sexual activities and oestrus detection in lactating Holstein cows. *Appl Anim Behav Sci*, v.50, p.57-69, 1996.
- Viana JHM, Ferreira AM, Sá WF, Camargo LSA.** Follicular dynamics in zebu cattle. *Pesq Agrop Bras*, v.35, p.2501-2509, 2000.
- Webb R, Gosden RG, Telfer EE, Moor RM.** Factors affecting folliculogenesis in ruminants. *Anim Sci*, v.68, p.257-284, 1999.
- White FJ, Wettemann RP, Looper ML, Prado TM, Morgan GL.** Seasonal effects on estrous behavior and time of ovulation in non-lactating beef cows. *J Anim Sci*, v.80, p.3053-3059, 2002.
- Williams GL.** Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *J Anim Sci*, v.68, p.8331-852, 1990.
- Williams GL, Gazal OS, Guzmán Vega GA, Stanko RL.** Mechanisms regulating suckling-mediated anovulation in the cow. *Anim Reprod Sci*, v.42, p.289-297, 1996.
- Wiltbank MC, Gümen A, Sartori R.** Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology*, v.57, p.21-52, 2002.
- Wiltbank MC, Lopez H, Sartori R, Sangsritavong S, Gümen A.** Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology*, v.65, p.17-29, 2006.
- Wolfenson D, Inbara G, Rotha Z, Kaimb M, Blocha A, Braw-Tal R.** Follicular dynamics and concentrations of steroids and gonadotropins in lactating cows and nulliparous heifers. *Theriogenology*, v.62, p.1042-1055, 2004.
- Yavas Y, Walton JS.** Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology*, v.54, p.25-55, 2000.
-