

## PUBERDADE E MATURIDADE SEXUAL DE NOVILHAS *BOS INDICUS*

*Guilherme de Paula Nogueira*  
Faculdade de Medicina Veterinária  
UNESP - Araçatuba

### 1 INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil tem mantido a posição de principal exportador de carne bovina possuindo um rebanho com 170 milhões de cabeças dos quais 80% são zebuínos ou cruzados com zebu, 90 milhões destes são da raça Nelore. A grande importância desta raça na pecuária nacional é consequência de características específicas que incluem rusticidade e adaptação ao sistema de criação extensivo com baixo custo (ACNB, 2003). Recentemente com o surgimento do “mal da vaca louca” consequência de manejo de criação intensivo, a produção de carne bovina nacional ganha um apelo de importância sanitária que possibilitará a abertura de novos mercados no exterior uma vez que a maioria do rebanho nacional é mantida à pasto, conhecido como “boi verde” o que dificulta a ocorrência desta doença. Como há limitação na superfície para a expansão das fronteiras agrícolas e existe a necessidade de incrementar a produtividade da pecuária de corte nacional, resta aumentar a eficiência dos animais do rebanho.

Os bovinos taurinos são adaptados para regiões de clima temperado enquanto que os zebuínos são mais bem adaptados para regiões de clima tropical (BÓ et al., 2003), uma consequência fisiológica resultante da maior adaptação à pressão ambiental das criações extensivas é que normalmente os zebuínos apresentam a primeira ovulação aos 2 anos enquanto que os taurinos começam a ciclar com um ano de idade.

Práticas de manejo, alimentação e seleção genética vêm sendo adotadas buscando diminuir a idade à fertilidade de novilhas zebuínas para próximo de um ano, este é o chamado “sistema um ano” que vem sendo empregado em algumas propriedades.

O critério para a seleção dos zebuínos tem como referência a idade à primeira ovulação do gado europeu e foi utilizado por pesquisadores da Universidade Estadual do Colorado, EUA na década de 90. A observação da expressão deste fenótipo foi feita após a exposição de novilhas pré-púberes ao touro (ou inseminação artificial) seguido de diagnóstico de gestação separando as novilhas em precoces ou não precoces. A idade de 15 meses foi utilizada como referência e considera que o primeiro parto ocorra aos 2 anos de idade; se a novilha parir aos 2 anos ao invés dos 3 anos haverá um aumento de 16% no retorno econômico do sistema de criação de gado de corte. Foi demonstrado recentemente que a baixa pressão de seleção imposta às novilhas Nelore buscando diminuir a idade a puberdade resultou em um fenótipo com alta variabilidade e consequentemente alta herdabilidade, permitindo que a seleção dos animais quanto a apresentação deste critério possua resultados práticos e significativos (ELER et al., 2002).

A seleção genética para esse critério vem sendo feita em propriedades rurais há alguns anos e tem comprovado a elevada herdabilidade. Algumas pesquisas vêm sendo feitas buscando referências que possam antecipar o processo de melhoramento genético com relação a esse aspecto (LOBO et al., 2001) uma vez que a diminuição da idade à puberdade é um importante critério no aumento da produtividade da raça, porém o tempo para observação do fenótipo é demorado.

Estudos básicos que permitam o conhecimento da fisiologia endócrina envolvida na maturação de novilhas Nelore são importantes para se caracterizar o processo de maturação sexual em novilhas nessa raça com a primeira ovulação mais tardia.

Até pouco tempo acreditava-se que a inibição da secreção de gonadotrofinas no período pré-puberal nos bovinos era consequência exclusiva do excesso de sensibilidade do hipotálamo ao estradiol inibindo a secreção de GnRH (hormônio liberador de gonadotrofinas), mecanismo conhecido como gonadostático. Recentemente vários trabalhos têm demonstrado a importante participação de neuromoduladores estimulatórios e inibitórios no processo de maturação sexual (RAWLINGS et al., 2003).

Considerando os múltiplos eventos relacionados à puberdade nos bovinos e que ocorre uma seqüência de modificações durante a maturação sexual (tornando um evento controlado por vários genes) a probabilidade de se encontrar um único marcador molecular para a fertilidade precoce parece remota.

Novas ferramentas para auxiliar o processo de seleção genética podem advir do conhecimento dos processos fisiológicos que modulam as atividades reprodutivas. Como há limitação de informações em muitas variáveis reprodutivas, as abordagens de melhoramento empregadas atualmente levam em consideração apenas características zootécnicas desejáveis e possíveis de serem observadas em animais à campo.

A idade a primeira ovulação é um fenótipo que possui variabilidade na sua determinação uma vez que 25% de novilhas criadas para corte apresentam função luteínica transitória antes dos 300 dias de idade (WEHRMAN et al., 1996). Como em vacas criadas para o corte a idade a puberdade determina a duração da vida reprodutiva, a antecipação da 1ª ovulação com a ampliação do período reprodutivo eleva a produtividade e a oferta de proteínas de origem animal. Sistemas de criação com o primeiro parto das novilhas aos 2 anos de idade apresentaram maior produtividade em relação àqueles com o primeiro parto aos 3 ou aos 4 anos de idade (BERETTA et al., 2001).

## 2 PUBERDADE

Em mamíferos o sistema reprodutivo é o último dos principais sistemas de órgãos a amadurecer (RAMALEY, 1979). A puberdade pode ser definida como o período de transição entre a imaturidade do período pós-natal e a maturidade sexual que culmina com a aquisição da capacidade reprodutiva permitindo a geração de descendentes. O termo puberdade vem do latim *pubescere* que significa apresentar pêlos em função do aparecimento de pelos púbicos e axilares, decorrente da adrenerca (aumento da produção de andrógenos pela adrenal que ocorre independente da maturação do eixo-hipotálamo-hipófise-gônadas; TERASAWA, FERNANDEZ, 2001).

A funcionalidade do eixo reprodutivo (hipotálamo-hipófise-gônadas) começa durante o período embrionário. Os neurônios secretores hipotalâmicos começam a aparecer por volta do 32º dia do período embrionário e a hipófise começa a secretar gonadotrofinas a partir da 10ª semana do período embrionário. A necessidade da integridade do eixo hipotálamo-hipófise-gônadas é importante no período intrauterino para completar a diferenciação sexual e a descida testicular nos machos (HUTSON et al., 1997).

Após o nascimento o desenvolvimento do sistema reprodutivo da novilha acontece em duas etapas: há um aumento no crescimento de todo o trato reprodutivo entre 3 e 4 meses de idade, seguido de uma fase em que o crescimento diminui e antecede uma nova fase de aceleração antes da primeira ovulação. Estas diferenças no crescimento e desenvolvimento são consequências de variações na concentração de

gonadotrofinas que aceleram a proliferação folicular e a produção de estrógeno determinando a diferença na velocidade de crescimento dos tecidos (HONARAMOOZ et al., 2004).

O que restringe a atividade reprodutiva no período pós-natal parece ser a diminuição da secreção de GnRH impedindo a completa função gonadal, sendo que os mecanismos que inibem esta secreção podem ter origem central ou periférica.

A contenção da atividade reprodutiva cujo término culmina com a primeira ovulação apresenta semelhanças entre a fêmea bovina e a murina (RAMIREZ; MacCANN, 1963). Ocorre um aumento da frequência de pulsos de LH acompanhado por um declínio na amplitude, o que parece ser um pré-requisito para o início da puberdade. A diminuição na retroalimentação negativa do estradiol sobre a secreção de GnRH é resultado do decréscimo do número de receptores para estradiol no citoplasma das células do hipotálamo anterior, médio basal e hipófise anterior à medida que a puberdade se aproxima (DAY et al., 1987; SCHILLO et al., 1992; NAKADA et al., 2001). Durante a maturação sexual na novilha além das modificações na sensibilidade do hipotálamo ao estradiol ocorrem alterações nas respostas à neurotransmissores estimulatórios e inibitórios, que dependem da idade e da disponibilidade de energia no meio interno (RAWLINGS et al., 2003).

Associado a idade também há uma necessidade da maior disponibilidade de energia, glicose, insulina e leptina aumentando a sinalização para hipotálamo de que há um balanço energético favorável para o início da atividade reprodutiva (FOSTER; NAGATANI, 1999). Foi demonstrado para fêmeas bovinas que a leptina pode ser um sinalizador importante para a aquisição da puberdade (GARCIA et al., 2002).

## **2.1 GONADOTROFINAS**

Durante o processo pós-natal de contenção da atividade gonadal nas novilhas pré-púberes há um aumento na concentração de LH entre 2 e 5 meses de idade em função de um aumento na amplitude dos pulsos de secreção, sem uma explicação aparente. Este aumento repercutiu em um aumento no diâmetro do maior folículo e no número total de folículos, o que aparentemente auxilia a organização da ciclicidade ovariana que se mantém durante a vida reprodutiva (EVANS et al., 1994a). O tratamento com gonadotrofinas em dias alternados a partir do segundo mês de idade interferiu na foliculogênese, atrasou a primeira ovulação e diminuiu a produção de estradiol (EVANS; RAWLINGS, 1995), demonstrando que a variação seqüencial na concentração de gonadotrofinas é essencial para que a maturação sexual ocorra normalmente.

As variações endócrinas que acontecem durante a maturação sexual das bezerras podem ser divididas em 3 períodos: o primeiro do nascimento a primeira semana onde os esteróides diminuem (observado também em potras por Nogueira et al., 1997) e as gonadotrofinas aumentam; o segundo período próximo ao primeiro mês quanto há um aumento na concentração de LH, E<sub>2</sub>, testosterona e inibina e o terceiro período começa 5 semanas antes da primeira ovulação marcado por um aumento na concentração de E<sub>2</sub> e LH (NAKADA et al., 2000). Estas oscilações endócrinas se refletem no padrão de crescimento dos folículos ovarianos (HONARAMOOZ et al., 2004).

Uma explicação para o aumento na concentração de gonadotrofinas entre 2 e 5 meses talvez seja uma alternância dos mecanismos moduladores da inibição do eixo hipotálamo hipófise-gônadas, já que Dodson et al. (1989) demonstraram que a elevação na concentração de gonadotrofinas após a castração é mais lenta em bezerras com 2 semanas se comparada à bezerras de 6 ou 12 semanas de idade, sugerindo que o mecanismo gonadostático de bloqueio da secreção de gonadotrofinas deve se desenvolver entre 2 e 12 semanas de idade nas novilhas.

A participação do estradiol na modulação da maturação sexual foi demonstrada em novilhas pré-púberes ovariectomizadas através da administração de altas doses de E<sub>2</sub> exógeno que provocou uma supressão na secreção de LH até 12 horas após, mas resultou em um aumento na concentração de LH em 28 h. As novilhas que receberam implantes com progestágenos apresentaram a supressão inicial as 12 h, mas não o aumento na concentração de LH em resposta ao E<sub>2</sub> as 28 h. O fato das novilhas com implante responderem ao GnRH indicou que o progestágeno interferiu na secreção de GnRH hipotalâmico mas não na resposta hipofisária ao GnRH (BOLT et al., 1990).

Comparando novilhas taurinas com zebuínas (ovariectomizadas ou intactas) Rodrigues et al. (2002) observaram que a concentração de LH permaneceu baixa nas novilhas castradas com implante de E<sub>2</sub> quando comparadas com as castradas, comprovando a teoria gonadostática. Foi demonstrado ainda que a diminuição da retroalimentação negativa do estradiol sobre a secreção de LH aconteceu mais cedo nas novilhas taurinas quando comparado às zebuínas.

A norepinefrina possui um efeito estimulatório sobre a secreção de LH e a diminuição dessa estimulação parece ser um dos mecanismos através do qual o estradiol exerce a retroalimentação negativa sobre a secreção tônica de LH (LEGAN; CALLAHAN, 1999). Na ovelha foi demonstrado que os neurônios noradrenérgicos A1 e A2 parecem ser influenciados por estrógenos circulantes além destes se localizarem em região neuroanatômica que sugere uma relação neurofuncional com a rede de neurônios envolvida na secreção de GnRH (SIMONIAN et al., 1998). Em ratos, a diminuição na quantidade de receptores GABA<sub>A</sub> nos neurônios secretores de GnRH representa um pré-requisito para sincronizar a atividade neural com a rede secretora de GnRH (SIM et al., 2000).

Durante a maturação sexual na novilha, existe a participação dos opióides atuando em conjunto com o estradiol regulando a secreção de gonadotrofinas (WOLFE et al., 1991). Com a proximidade da puberdade se desenvolve um efeito inibitório agudo e forte dos opióides endógenos, a supressão dessa inibição mostra que ela é acompanhada de um efeito estimulatório dos neurônios sobre a secreção de GnRH. A diminuição progressiva o efeito inibitório dos opióides ajusta o período em que ocorrerá a primeira ovulação. O efeito supressor dos opióides parece acontecer em parte através da inibição do sistema neuronal dopaminérgico ou pela inibição generalizada dos neurônios secretores de GnRH a outros estímulos excitatórios. Com a proximidade da ovulação os neurônios  $\alpha$ -adrenérgicos também estimulam a secreção de GnRH mas não estão envolvidos na inibição opioidérgica da secreção de GnRH em bezerras pré-púberes (HONARAMOOZ et al., 2000).

Uma das referências somáticas para o aumento da secreção de gonadotrofinas é a disponibilidade de energia. A diminuição no ganho de peso de novilhas cruzadas (Angus x Hereford) reduziu a frequência de pulsos de LH atrasando o início da puberdade (YELICH et al., 1996). A dependência da condição nutricional para a secreção de LH foi observada por Bossis et al. (2000) que relataram um aumento gradual na concentração de LH consequência da retomada do padrão de secreção em pulsos do GnRH durante a re-alimentação em novilhas que estavam em anastro nutricional induzido.

Resumindo, o mecanismo de contenção da atividade gonadal das fêmeas bovinas pré-púberes envolve um período inicial pós-natal onde o mecanismo gonadostático ainda não está bem desenvolvido e o bloqueio acontece precariamente por uma inibição central. Após o 5<sup>o</sup> mês a gônada secreta estradiol inibindo a secreção de GnRH, evento que diminui progressivamente com a maturação sexual. Paralelamente o SNC se torna mais responsivo a neuro-hormônios estimuladores como a norepinefrina, para

conter essa onda de estímulos o sistema opioide assume o bloqueio até que ocorra a primeira ovulação.

## 2.2 FOLÍCULOS

A foliculogênese está associada com o desenvolvimento de um grupo de folículos de vários estágios de maturação que são selecionados para continuar o crescimento, esses folículos após a exposição à um ambiente hormonal específico ovulam em resposta ao pico pré-ovulatório de gonadotrofinas (EVANS, 2003; MIHM, BLEACH, 2003).

Mesmo nos animais pré-púberes os folículos sem da fase de quiescência e atingem a fase antral sem chegar aos diâmetro pré-ovulatório. Foi observado em potras desde os 2 meses de idade que o diâmetro do maior folículo acompanhou as variações sazonais na secreção de gonadotrofinas (NOGUEIRA, GINTHER, 2000).

Já com 2 semanas de idade, as fêmeas bovinas apresentam crescimento de folículos em ondas semelhantes às fêmeas adultas (EVANS et al., 1994b). O crescimento dos folículos em ondas depende do FSH e LH; o FSH atua estimulando a proliferação e diferenciação de células da granulosa. Após a seleção (~ 8 mm de diâmetro) o folículo passa por modificações que incluem o aparecimento de receptores para LH nas células da granulosa, importante para manter o crescimento folicular; sinalizadores parácrinos, esteróides sexuais, IGF e TGF estimulados pelas gonadotrofinas mantém o crescimento folicular e a produção de estrógeno até a ovulação (HILLIER, 2001; GINTHER et al., 2002).

A alimentação com dois níveis de energia determinou alterações na cronologia do desenvolvimento folicular ovariano. Elevada quantidade de energia resultou em folículos dominantes maiores quando comparados com novilhas que recebem menor quantidade de energia, mas os folículos ovulatórios apresentaram o mesmo diâmetro, embora houvesse uma diferença na idade à primeira ovulação (BERGFELD et al., 1994).

Algumas características do desenvolvimento folicular (máximo diâmetro, taxa de crescimento, taxa de regressão e persistência do folículo dominante) aumentaram gradualmente durante a re-alimentação de novilhas que estavam em anestro nutricionalmente induzido, mas houve um atraso na ovulação consequência de um reduzido aumento pré-ovulatório de estradiol indicando que os eventos ovulatórios não estavam completamente normais (BOSSIS, et al., 2000).

O aumento na secreção em pulsos de LH durante as ondas de crescimento folicular nos 3 últimos meses que antecederam a puberdade, permitiram que acontecesse um aumento no diâmetro folicular que produziu estradiol suficiente para deflagrar o pico pré-ovulatório de gonadotrofinas (MELVIN et al., 1999).

Utilizando ultrassonografia para determinar variações nas características da população de folículos quando as novilhas (cruzadas *B.taurus* x *B.indicus*) estavam com 11 meses de idade, Perry et al. (1991) observaram relação entre o diâmetro do maior folículo com o início da puberdade aos 14 meses de idade, sugerindo que o processo da maturação sexual caracterizado pelo diâmetro do maior folículo apresenta diferenças entre as novilhas antes da primeira ovulação.

## 2.3 PROGESTERONA

O corpo lúteo (CL) formado após a ovulação do folículo ovariano que se rompeu, começa a secretar progesterona estimulado pelo LH que permite quantidades suficientes de 3 $\beta$ -HSD e citocromo P450 SCC para a síntese de esteróides (NISWENDER, 2002). Após a primeira ovulação as novilhas apresentaram um ciclo curto de produção de progesterona, provavelmente resultado da luteinização de um

folículo, este corpo lúteo se manteve por aproximadamente 7 dias e depois regridiu, o ciclo seguinte foi antecedido de uma ovulação que resultou em um corpo lúteo que se manteve pelo período de um ciclo progesteronal normal (EVANS et al., 1994b).

A progesterona parece ser importante para sincronizar a secreção de LH, determinando um pico pré-ovulatório adequado. Anderson et al. (1996) demonstraram que o tratamento de novilhas pré-púberes com progesterona induziu a secreção de LH antecipando a primeira ovulação, acelerando o decréscimo da retro-alimentação negativa de estradiol que acontece próximo à primeira ovulação na novilha. Gümen; Wiltbank (2002) demonstraram ser possível deflagrar um pico de GnRH/LH com altas doses de benzoato de estradiol, mas para a ocorrência de um pico subsequente foi necessário a exposição da vaca à progesterona através de um evento mediado pelo hipotálamo uma vez que a administração de GnRH estimulou a secreção de LH pela hipófise.

#### **2.4 IDADE À PUBERDADE**

A idade a primeira ovulação é o principal determinante do período da vida reprodutiva das vacas criadas para corte. Em novilhas taurinas a puberdade acontece entre 7-12 meses e 250-300 kg de peso corpóreo enquanto que a primeira cobertura só acontecerá aos 15 meses com o parto estimado para 24-36 meses de idade. Nos zebuínos a puberdade acontecerá em uma idade mais avançada e com uma maior percentagem do peso adulto (DOBSON; KAMONPATANA, 1986). Em uma revisão, Galina; Arthur (1989) encontraram idade média de  $43,9 \pm 1,3$  meses (3,6 anos) ao primeiro parto no Nelore e concluem que são necessárias mais informações sobre os mecanismos endócrinos que regulam o início da atividade ovariana. Sereno et al., (2001) encontraram a mesma idade ao primeiro parto (3,4 anos) para novilhas Nelore criadas na região do Pantanal Mato-grossense.

Em geral novilhas zebuínas atingem a puberdade mais tarde que as novilhas taurinas (européias) (MUKASA MUGERWA, 1989; RODRIGUES et al., 2002). Mesmo novilhas cruzadas (*B.taurus* x *B. indicus*) apresentaram puberdade mais velhas e mais pesadas que novilhas taurinas (PERRY et al., 1991). A adaptação dos taurinos ao clima temperado faz com que os mesmos demorem mais para atingir a puberdade quando criados nos trópicos (GALINA, ARTHUR, 1989).

Embora exista a dependência de uma idade mínima para a primeira ovulação na novilha, relacionada ao ganho de peso do nascimento à puberdade, fatores genéticos e ambientais também influenciam a idade à puberdade (PATTERSON, et al. 1992).

Para aumentar o período produtivo em novilhas de reposição o ideal seria a prenhez entre 14 e 16 meses de idade e o parto aos 24 meses. Vários fatores interferem na idade à puberdade os mais descritos são a nutrição e a variação sazonal (SCHILLO et al., 1992). Embora a maioria dos trabalhos aborde esses fatores (nutrição e estação) como determinantes, existem menos informações sobre os determinantes hereditários individuais da idade à puberdade.

Independente do “efeito macho” provocado pela exposição ao touro, Wehrman et al. (1996) observaram que 25% das novilhas apresentaram atividade luteínica precocemente (menor que 2 vezes o desvio padrão da média do rebanho) aos 300 dias de idade.

O “sistema um ano” que busca a prenhes das novilhas ao redor de um ano de idade e o primeiro parto aos 2 anos de idade consiste em um conjunto de medidas de alimentação, manejo e seleção genética para conseguir esse objetivo (ROCHA; LOBATO, 2002). Novilhas Nelore apresentam diferentes idades a primeira concepção sugerindo variação genética entre elas quanto a apresentação deste fenótipo (MILAZOTTO et al., 2002).

A genética dos animais associada à um nível alimentar alto e contínuo determina a eficiência das novilhas em ficarem prenhes aos 24 meses de idade. Novilhas cruzadas com maior grau de sangue zebuino apresentaram menor eficiência em engravidarem aos 24 meses quando comparadas com novilhas com maior percentual taurino (ROCHA; LOBATO, 2002).

Foi demonstrada uma associação genética favorável entre a circunferência escrotal nos touros e a idade a puberdade em novilhas, a seleção de reprodutores em função da circunferência escrotal aos 18 meses pode ser uma alternativa no sentido de diminuir a idade a puberdade em novilhas zebuínas (VARGAS et al., 1998).

## **2.5 PESO À PUBERDADE**

Para que a primeira ovulação aconteça o peso é mais importante que a idade, uma vez que a nutrição inadequada atrasa a puberdade enquanto que o aumento da nutrição, associada a um rápido crescimento corporal, antecipa a maturação sexual. Uma questão interessante é a de como o SNC reconhece que o corpo chegou à um tamanho apropriado, adequado para a reprodução. Aparentemente um sinalizador candidato para deflagrar o início da ciclicidade é a leptina, um hormônio derivado dos adipócitos que promove a secreção de IGF-I bem como aumenta a disponibilidade de glicose ao SNC (FOSTER; NAGATANI, 1999).

A maior adaptação de novilhas cruzadas (*B.indicus* x *B.taurus*) à altas temperaturas fez com que estas apresentassem maior ganho de peso (kg/dia) que as novilhas taurinas durante a estação de monta (primavera/verão) com temperaturas elevadas. Novilhas que ficaram prenhes na primeira estação de monta, apresentaram maior ganho de peso (kg/dia) entre o nascimento e o início do acasalamento, quando comparadas com as que não engravidaram (ROCHA; LOBATO, 2002).

O ganho de peso da desmama a puberdade é um importante referencial, Alencar et al. (1987) observaram que as novilhas Nelore que apresentaram maior peso aos 12 e 18 meses possuíam menor idade ao primeiro cio. A restrição alimentar aos 8 meses de idade aumentou a idade e diminuiu o peso à puberdade (BERGFELD et al., 1994). A variação no nível de proteína bruta (19, 13 e 8%) na dieta de novilhas repercutiu em diferença de 134 dias na idade e 45 kg no peso à puberdade (OYEDIPE et al., 1982). Em um outro estudo o aumento na quantidade de proteína acima do recomendado não antecipou a idade a puberdade em novilhas zebuínas (FAJERSSON et al., 1991).

## **2.6 SELEÇÃO PARA PRECOCIDADE SEXUAL**

Apesar do conhecimento gerado pelas pesquisas a idade ao primeiro parto se manteve em 40 meses de 1946 a 1988 (BERGMANN, 1993). A necessidade da redução da idade ao primeiro parto, tornando o zebu mais precoce reprodutivamente é um dos maiores desafios da pecuária nacional. Tanto machos quanto fêmeas apresentam variabilidades genéticas no desempenho reprodutivos que viabilizam a seleção para esse critério (MACKINNON et al., 1990; BERGMANN et al., 1996; MEYER et al., 1990). A característica indicadora da precocidade sexual dos bovinos é a idade à puberdade e pode ser um importante referencial nos programas de melhoramento dos zebus. Para as fêmeas, a ovulação seguida de manifestação de estro caracteriza o início da vida reprodutiva. Segundo MacNeil et al. (1984) a herdabilidade da idade à puberdade é relativamente alta (0,61) permitindo seleção através deste fenótipo. No entanto do ponto de vista prático, no sistema de criação extensiva há dificuldade em se caracterizar a primeira ovulação para que possa ser utilizada como ferramenta para o melhoramento. A identificação da primeira ovulação nas fêmeas, envolve palpções retais, avaliações ultra-sonográficas ou quantificação da progesterona circulante que impossibilitam sua aplicação na rotina de propriedades rurais. Por outro lado a

identificação do primeiro estro também envolve trabalho adicional, mesmo utilizando rufiões com marcadores.

Em função da complexidade da atividade reprodutiva a seleção direta para algumas características pode ser feita através de outras variáveis reprodutivas que possam ser facilmente medidas desde que possuam variabilidade e tenham correlação genética com os eventos reprodutivos. O início da capacidade reprodutiva das fêmeas pode ser induzido a partir da idade ao primeiro parto possuindo grande importância zootécnica. A impossibilidade da identificação da primeira ovulação ou estro torna a idade ao primeiro parto uma variável de fácil acompanhamento indicativa da precocidade reprodutiva da fêmea jovem (PONZONI, 1992).

Há variabilidade genética na data do primeiro parto de Nelore resultando em uma herdabilidade de 0,11 (GRESSLER et al., 1998). A diminuição da idade ao primeiro parto aumenta a produção, antecipa a recuperação do investimento, aumenta a vida produtiva além de permitir seleção mais rápida nas fêmeas por reduzir o intervalo entre gerações (MATTOS; ROSA, 1984).

Em outro trabalho, a média das estimativas da herdabilidade para a antecipação da idade à primeira cria de fêmeas Nelore expostas ao touro aos 14 meses foi de 0,19 (PEREIRA et al., 2001), o que sugere a possibilidade de resposta à seleção para esse critério. Dessa forma, a antecipação da idade reprodutiva das fêmeas pode ser obtida ao se selecionar as novilhas para a menor idade ao primeiro parto, uma vez que a identificação da idade à puberdade (primeira ovulação com estro) apresenta dificuldades práticas para a aplicação em criações extensivas (BERGMANN, 1993). Um fator limitante da utilização da idade ao primeiro parto como critério de seleção para precocidade sexual é o tempo demandado (de 2 ou 3 anos) para a expressão desta característica.

A possibilidade da identificação de variáveis fisiológicas em novilhas pré-púberes relacionadas à fertilidade precoce permitirá antecipar o processo de seleção das novilhas com potencial para precocidade diminuindo o intervalo entre a observação do evento e seleção. Os conhecimentos poderão ser gerados através de uma pesquisa integrando de forma multidisciplinar a fisiologia, normalmente geradora de conhecimentos básicos à zootecnia com maior vocação tecnológica.

## BIBLIOGRAFIA

ACNB - Associação dos Criadores de Nelore do Brasil. Histórico da Raça Nelore. (Eletronic Publication). Disponível em <http://www.nelore.org.br/default3.asp>. Acesso em 29 de setembro de 2003.

ALENCAR, M.M.; COSTA J.L.; CORREA, L.A. Desempenho reprodutivo de fêmeas das raças canchim e nelore. **Pesq. Agropec., Bras.**, v.22, n.7, p.753-758, 1987.

ANDERSON, LH; McDOWELL, C.M.; DAY, M.L. Progesterone induced puberty and secretion of luteinizing hormone in heifers. **Biol. Reprod.**, v.54, p.1025-1031, 1996.

BERETTA, V.; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETO, C.G.A. Produtividade e eficiência biológica de sistemas pecuários de cria diferindo na idade das novilhas ao primeiro parto e na taxa de natalidade do rebanho no Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, n.4, p.1278-1286, 2001.

BERGFELD, E.G.M.; KOJIMA, F.N.; CUPP, M.E.; PETERS, K.E.; GARCIA-WINDER, M.; INDER, J.E. Ovarian follicular development in prepubertal heifers is influenced by level of dietary energy intake. **Biol. Reprod.**, v.51, p.1051-1057, 1994.

BERGMANN, J.A.G. Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em bovinos de corte. In : **Congresso Brasileiro de Reprodução Animal**, 10, 1993, Belo Horizonte, **Suplemento**. Belo Horizonte: CBRA, p.70-86, 1993.

BERGMANN, J.A.G.; ZAMBORLINI, L.C.; PROCÓPIO, C.S.O.; ANDRADE, V.J.; VALE FILHO, V.R. Estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.48, n 1, p. 69-78, 1996.



- BÓ G.A.; BARUSELLI P.S.; MARTIYNEZ M.F. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. **Anim. Reprod. Sci.**, v.78, p.307–326, 2003.
- BOLT, D.J.; SCOTT, V.; KIRACOFÉ, G.H. Plasma LH and FSH after estradiol, norgestomet and GnRH treatment in ovariectomized beef heifers. **Anim. Reprod. Sci.**, v.23, p.263–271, 1990.
- BOSSIS, I.; WETTEMANN, R.P.; WELTY, S.D.; VIZCARRA, J.; SPICER, L.J. Nutritionally induced anovulation in beef heifers: ovarian and endocrine function during realimentation and resumption of ovulation. **Biol. Reprod.**, v.62, p.1436-1444, 2000.
- DAY, M.L.; IMAKAWA, K.; WOLFE, P.L.; KITTOCK, R.J.; KINDER, J.E. Endocrine mechanisms of puberty in heifers. Role of hypothalamo-pituitary estradiol receptors in the negative feedback of estradiol on luteinizing hormone secretion. **Biol. Reprod.**, v.37, p. 1054-1065, 1987.
- DOBSON, H.; KAMONPATANA, M. A review of female cattle reproduction with special reference to a comparison between buffaloes, cows and zebu. **J. Reprod. Fert.**, v.77, p.1-36, 1986.
- DODSON, S.E.; MacLEOD, B.J. HARESIGN, W.; PETERS, A.R.; LAMMING, G.E. DAS.D. Ovarian control of gonadotrophin secretion in the prepubertal heifer. **Anim. Reprod. Sci.**, v.21, p.1-10, 1989.
- ELER, J.P.; SILVA, J.A.II; FERAZ, J.B.S.; DIAS, F.; OLIVEIRA, H.N.; EVANS, J.L.; GOLDEN, B.L. Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nelore heifers. **J. Anim. Sci.**, v.80, p.951-954, 2002.
- EVANS, A.C.O.; ADAMS, G.P.; RAWLINGS, N.C. Endocrine and ovarian follicular changes leading up to the first ovulation in prepubertal heifers. **J. Reprod. Fert.**, v.100, p.187-194, 1994a.
- EVANS, A.C.O.; ADAMS, G.P.; RAWLINGS, N.C. Follicular and hormonal development in prepubertal heifers from 2 to 36 wk of age. **J. Reprod. Fert.** v.102, p.463-470, 1994b.
- EVANS, A.C.O.; RAWLINGS, N.C. Effects of treatment with LH and FSH between 8 and 12 weeks of age on ovarian follicular development and puberty in heifers. **Theriogenology**, v.44, p.725-740, 1995.
- EVANS, A.C.O. Characteristics of ovarian follicle development in domestic animals. **Reprod. Dom. Anim.** , v.38, p.240-246, 2003.
- FAJERSSON, P.; BARRADAS, H.V.; ROMAN-PONCE, H.; COOK, R.M. The effect of dietary protein on age and weight at the onset of puberty in Brown Swiss and Zebu heifers in the tropics. **Theriogenology**, v.35, n.4, p.845-855, 1991.
- FOSTER, D.L.; NAGATANI, S. Physiological perspectives on leptin as a regulator of reproduction: role in timing puberty. **Biol. Reprod.**, v.60, p. 205–215, 1999.
- GALINA, C.S.; ARTHUR, G.H. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 1. Puberty and age at first calving. **Anim. Breed. Abstr.**, v.57, n.7, p.583-590, 1989.
- GARCIA, M.R.; ALMSTALDEN, M.; WILLIAMS, S.W.; STANKO, R.L.; MORRISON, C.D.; KEISLER, D.H.; NIZIELSKI, S.E.; WILLIAMS, G.L. Serum leptin and its adipose gene expression during pubertal development, the estrous cycle, and different seasons in cattle. **J. Anim. Sci.**, v.80, p.2158-2167, 2002.
- GINTHER O. J., BERGFELT D. R., BEG M. A.; KOT, K. Role of low circulating FSH concentrations in controlling the interval to emergence of the subsequent follicular wave in cattle **Reproduction**, v.124, p.475–482, 2002.
- GRESSLER, S.L.; BERGMANN, J.A G., PENNA, V.M.; PEREIRA, C.S.; PEREIRA, J.C.C. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35<sup>a</sup>, Botucatu, SP, 1998. **Anais**. SBZ, Botucatu, SP, v.3, p. 368-370.
- GÜMEN, A.; WILTBANK, M.C. An alteration in the hypothalamic action of estradiol due to lack of progesterone exposure can cause follicular cysts in cattle. **Biol. Reprod.**, v.66, p.1689–1695, 2002.
- HILLIER, S.G.; Gonadotropic control of ovarian follicular growth and development. **Mol. Cell. Endocrinol.**, v.179, p.39-46, 2001.
- HONARAMOOZ, A.; CHANDOLIA, R.K.; BEARD, A.P.; RAWLINGS, N.C. Opioidergic, dopaminergic and adrenergic regulation of LH secretion in prepubertal heifers. **J. Reprod. Fert.**, v.119, p.207-215, 2000.
- HONARAMOOZ, A.; ARAVINDAKSHAN, J.; CHANDOLIA, R.K.; BEARD, A.P.; BARTLEWSKI, P.M.; PIERSON, R.A.; RAWLINGS, N.C. Ultrasonographic evaluation of the pre-pubertal development of the reproductive tract in beef heifers. **Anim. Reprod. Sci.**, v.80, p.15-29, 2004.
- HUTSON, J.M., HASTHORPE, S. AND HEYNS, C.F. Anatomical and functional aspects of testicular descent and cryptorchidism. **Endocr. Rev.**, v.18, p.259–280, 1997.
- LEGAN, S.S.J.; CALLAHAN, W.H. Suppression of tonic LH secretion and norepinephrine release near GnRH neurons by estradiol in ovariectomized rats. **Endocrinology**, v.79, p.237-245, 1999.

- LOBO, R.B., FERNANDEZ, M.B.; MAFFEI, W.E.; BEZERRA, L.A.; LOBO, M.P.; GAVIO, D.; RIBEIRO, L.B. Estudo preliminar da mensuração do perímetro ovariano em bezerras da raça Nelore participantes do PMGRN. **Rev.Bras.Reprod.Anim.**, v.25, n.2, p.127-128, 2001.
- MACKINNON, M.J., TAYLOR, J.F., HETZEL, D.J.S. Genetic variation and covariation in beef cow and bull fertility. **J. Anim. Sci.** v. 68, p.1208-1214, 1990.
- MacNEIL, M. D., CUNDIFF, L. V., DINKEL, C. A., KOCH, R. M. Genetic correlations among sex-limited traits in beef cattle. **J. Anim. Sci.**, 58:1171, 1984.
- MATTOS, S.; ROSA, A.N. Desempenho reprodutivo de fêmeas de raças zebuínas. **Inf. Agropec.** v.10, n. 112, p. 29-33, 1984.
- MELVIN E.J.; LIDSEY, B.R.; QUINTAL FRANCO, J.; ZANELLA, E.; FIKE, K.E.; Van TASSEL, C.P.; KINDER, J.E. Circulating concentrations of estradiol, LH and FSH during waves of ovarian follicular development in prepubertal cattle. **Biol. Reprod.**, v.60, p.405-412, 1999.
- MEYER, K.; HAMMOND, K.; PAMELL, P.F.; MACKINNON, M. J.; SIVARAJASINGAM, S. Estimates of heritability and repeatability for reproductive traits in Australian beef cattle. **Liv. Prod. Sci.**, v. 25, p.15-30, 1990.
- MIHM, M.; BLEACH, E.C.L. Endocrine regulation of ovarian antral follicle development in cattle. **Anim. Reprod. Sci.**, v.78, p.217-237, 2003.
- MILAZZOTTO, M.P.; PERRI, S.H.; CAMPAGNARI, F.; GARCIA, J.F. Genetic analysis of early puberty phenotype in *Bos primigenius indicus*. **Theriogenology**, v.57, n.1, p.613, 2002.
- MUKASA MUGUERWA, E. A review of reproductive performance of female *Bos indicus* (zebu) cattle. **ILCA-Monograph**, nº.6 134p. 1989.
- NAKADA, K.; MORIYOSHI, M.; NAKAO, T.; WATANABE, G.; TAYA, K. Changes in concentrations of plasma immunoreactive follicle-stimulating hormone, luteinizing hormone, estradiol-17  $\beta$ , testosterone, progesterone, and inhibin in heifers from birth to puberty, **Dom. Anim. Endocrinol.**, v.18, p.57-69, 2000.
- NAKADA, K.; MORIOYOSHI, M.; NAKAO, T. Changes in peripheral levels of luteinizing hormone and follicle stimulating hormone in prepubertal heifers after estradiol treatment. **J. Reprod. Develop.**, v.47, n.6, 2001.
- NISWENDER, G.D. Molecular control of luteal secretion of progesterone. **Reproduction**, v.123, p.333-339, 2002.
- NOGUEIRA, G. P.; BARNABE, R. C.; VERRRESCHI, I. T. N. Puberty and growth rate in Thoroughbred fillies. **Theriogenology**, v.48, p.581-588, 1997.
- NOGUEIRA, G.P., GINTHER, O.J. Dynamics of follicle population and gonadotropin concentrations in fillies age two to ten months. **Equi. Vet. J.**, v.32, n.6, p.482-488, 2000.
- OYEDIPE, E.O.; VOH, A.A.; MARIRE, B.N.; PATHIRAJA, N. Plasma progesterone concentrations during the oestrous cycle and following fertile and non-fertile inseminations of zebu heifers. **Br. Vet. J.**, v.142, p.41-46, 1986.
- PEREIRA, E., ELER, J.P., FERRAZ, J.B.S. Análise genética de algumas características reprodutivas e suas relações com o desempenho ponderal na raça Nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.53, n.6, p.720-727, 2001
- PATTERSON, D.J., PERRY, R.C., KIRACOFE, G.H., Bellows, R.A., Staigmiller, R.B., Corah, L.R.. Management considerations in heifers development and puberty. **J. Anim. Sci.**, v.70, p.4018-4035, 1992.
- PERRY, R.C.; CORAH,L.R.; COCHRAN,R.C.; BRET HOUR, J.R.; OLSON, K.C.; HIGGINS, J.J. Effect of hay quality, breed and ovarian development on onset of puberty and reproductive performance of beef heifers. **J. Prod. Agric.**, v.4, n.1, p.13-18, 1991.
- PONZONI, R.W. Which trait for genetic improvement of beef cattle reproduction: calving rate or calving day. **J. Anim. Breed. Gen.** v.10, n 2, p. 119-128, 1992.
- RAMALEY, J.A. Development of gonadotropin regulation in the prepubertal mammal. **Biol. Reprod.**, v.20, p.1-31, 1979.
- RAMIREZ, D.V.; McCANN, S.M. Comparison of the regulation of LH secretion in immature and adult rats. **Endocrinology**, v.72, p.452-464, 1963
- RAWLINGS, N.C.; EVANS, A.C.O.; HONARAMOOZ, A.; BARTLEWSKI, P.M. Antral follicle growth and endocrine changes in prepubertal cattle, sheep and goats. **Anim. Reprod. Sci.**, v.78, p.259-270, 2003.
- ROCHA, M.G.; LOBATO, J.F.P. Avaliação do desempenho reprodutivo de novilhas de corte primíparas aos dois anos de idade. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.3, p.1388-1395, 2002.
- RODRIGUES H.D.; KINDER, J.E.; FITZPATRICK L.A. Estradiol regulation of LH secretion in heifers of two breeds that reach puberty at different ages. **Biol. Reprod.**, v.66, p.603-609, 2002.
- SCHILLO, K.K. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. **J. Anim. Sci.** v.70, p.1271-1282, 1992.

SERENO, J.R.B.; PELLEGRIN A.O.; LARA, M.A.C.; ABREU, U.G.P.; SERENO, F.T.P.S.; CHALITA, L.V.A.S. Estimativa de la edad y peso de la primera monta de novillas en el Pantanal brasileiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.36, n.12, p.1561-1565, 2001.

SIM, J.A.; SKYNNER, M.J.; PAPE, J-R; HERBISON, A.E. Late postnatal reorganization of GABA<sub>A</sub> receptor signaling in native GnRH neurons. **Eur. J. Neurosci.**, v.12, p.3497-3504, 2000.

SIMONIAN, S.X.; DELALEU, B., CARATY, A.; HERBISON, A.E. Estrogen receptor expression in brainstem noradrenergic neurons of the sheep. **Neuroendocrinol.**, v.67, p.392-402, 1998.

TERASAWA, E.; FERNANDEZ D.F. Neurobiological mechanisms of the onset of puberty in primates. **Endocrine Reviews**, v.22, n.1, p.111-151, 2001.

VARGAS, C.A.; ELZO, M.A.; CHASE, C.C; CHENOWETH, P.J.; OLSON, T.A. Estimation of genetic parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers, and hip height in Brahman cattle. **J. Anim. Sci.**, v.76, p.2536-2541, 1998.

WEHRMAN, M.E.; KIJIMA, F.N.; SANCHEZ, T.; MARISCAL, D.V.; KINDER, J.E. Incidence of precocious puberty in developing beef heifers. **J. Anim. Sci.**, v.74, p.2462-2467, 1996.

WOLFE, M.W.; STUMPF, T.T.; ROBERSON, M.S.; KITTOCK, R.J. KINDER, J.E. Opioid and 17 $\beta$  estradiol regulation of LH and FSH secretion during sexual maturation in heifers. **Dom. Anim. Endocrinol.**, v.8, n.4, p.491-498, 1991.

YELICH, J.V.; WETTEMANN, R.P.; MARSTON, T.T.; SPICER, L.J. Luteinizing hormone, growth hormone, insulin-like growth factor-I, insulin and metabolites before puberty in heifers fed to gain at two rates. **Domest. Anim. Endocrinol.**, v.13, n.4, p.325-338, 1996.