

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

Guilherme de Paula Nogueira<sup>1</sup>

### INTRODUÇÃO

A reprodução na fêmea envolve um complexo processo fisiológico e molecular com vários níveis de regulação, a integração do eixo hipotálamo-hipófise-gônada é fundamental para o início da puberdade e para o controle espacial e temporal dos eventos que controlam a gametogênese nos mamíferos.

O hipotálamo pode ser identificado como uma interface entre o sistema nervoso central e o sistema endócrino, sendo que a secreção do GnRH é governada por gerador de pulsos, após secretado este age na hipófise estimulando a secreção de gonadotrofinas. A variação na frequência dos pulsos de GnRH interfere no tipo de gonadotrofina secretada pela hipófise alternando entre o FSH e o LH. Basicamente um aumento na frequência de pulsos de secreção estimula a secreção de LH enquanto baixas frequências de pulsos permitem a secreção de FSH. Os esteróides podem agir diretamente na hipófise ou indiretamente no hipotálamo alterando o padrão de pulsos de secreção de GnRH, com ação positiva ou negativa dependendo o estado fisiológico da fêmea (Evans et al, 1995, Shupnik, 1996).

As gonadotrofinas secretadas pela hipófise vão agir nas gônadas regulando o desenvolvimento folicular, esteroidogênese e ovulação na fêmea (Véssper et al., 2006). O desenvolvimento de ferramentas parácrinas (célula-célula: esteróides gonadais, IGFs e membros da superfamília dos TGFs-transforming growth factors) que sensibilizam os folículos para o FSH e o LH é crucial para a emergência de um único folículo dominante em cada ciclo. O FSH age nas células da granulosa estimulando a proliferação e diferenciação, o folículo mais responsivo no início do ciclo será o primeiro a produzir estrógeno e expressar LHR (receptores para LH) nas células da granulosa. Sinais parácrinos ativados pelo LH e FSH mantém o crescimento folicular e a secreção de estrógeno até que um pico de LH liberado pela hipófise induza a ovulação. O pico de LH reprograma a função das células da granulosa provocando a luteinização, ruptura da parede do folículo e liberação do oócito (Hillier, 2001).

Para o desenvolvimento folicular e ovulação, a novilha precisa secretar FSH para a emergência da onda e posteriormente LH para manter o crescimento folicular e deflagrar a ovulação.

### CONTROLE HORMONAL DA PUBERDADE

Para a fêmea diferente do macho, o processo reprodutivo demanda muito gasto de energia e nutrientes. Após a fecundação está terá que garantir ingerir o suficiente para sua manutenção e para o crescimento do novo indivíduo e anexos por 9 meses. Ao mesmo tempo terá que preparar a glândula mamária para produzir leite garantindo a sobrevivência da cria. Após o parto, além de toda perda de material gerado (sangue e placenta) a fêmea terá que produzir leite para garantir a sobrevivência do produto por pelo menos mais 6 meses.

Após o nascimento mecanismos endócrinos garantem que a bezerra não ative o sistema reprodutivo até que possua um desenvolvimento somático compatível com a reprodução, próximo de 65-70% do peso adulto (Simmelman et al., 2001) que

<sup>1</sup>Curso de Medicina Veterinária - Laboratório de Endocrinologia - UNESP - Araçatuba - 16050-680 (gpn@fmva.unesp.br)

sinalize que o gasto de energia com o crescimento e desenvolvimento está diminuindo, permitindo todo o gasto com gestação, parto e lactação.

Diferentes mecanismos evitam que o sistema endócrino reprodutivo seja ativado antes do tempo permitindo a continuidade do crescimento e desenvolvimento do animal. Basicamente existem dois padrões de supressão da atividade gonadal pós-natal que assume maior ou menor importância dependendo da espécie. Em primatas e eqüinos a supressão da atividade gonadal é de origem central, isto é, independente das gônadas a secreção de gonadotrofinas (principalmente LH) é suprimida, por inibição direta do SNC (conseqüência de um aumento da atividade gabaérgica) sobre a secreção de GnRH (Terasawa, Fernandez, 2001; Nogueira, Ginther, 2000). Nos ratos, bovinos e ovinos a inibição da atividade reprodutiva acontece por uma sensibilidade excessiva do hipotálamo ao estradiol (Day et al., 1987, Ramirez, McCann, 1963) há uma exacerbação da retroalimentação negativa do estradiol sobre o hipotálamo.

Durante a maturação hipotalâmica na novilha podem acontecer mudanças no tipo de receptores para estradiol no hipotálamo. Existem dois subtipos de receptores para estradiol (ER $\alpha$  e ER $\beta$ ) e aparentemente o ER $\alpha$  é mais importante para estimular a secreção de gonadotrofinas que o ER $\beta$ . Animais que não expressam o ER $\alpha$  são inférteis enquanto que a falta dos receptores ER $\beta$  tornam as fêmeas subférteis (Couse and Korach, 1999).

Outra possível explicação para o aumento da secreção de LH durante a maturação sexual na novilha, seria a mudança na quantidade de receptores de estradiol em diferentes áreas do hipotálamo. Foi demonstrado na ovelha que o estradiol age no hipotálamo médio-basal estimulando a secreção de GnRH e na área pré-optica medial inibindo a secreção de LH (Caraty et al., 1998). Assim se a quantidade de receptores de estradiol aumentar no hipotálamo médio-basal e diminuir na área pré-optica medial o hipotálamo passaria a responder positivamente ao estradiol, ao invés de negativamente. No entanto trabalhos anteriores utilizando radioimunoensaio detectaram diminuição do número de receptores para estradiol tanto no hipotálamo anterior quanto no hipotálamo médio-basal e hipófise durante a maturação sexual na novilha (Day et al, 1987), estudos mais específicos poderão ser feitos.

Foi aventada também a possibilidade de interação entre os dois mecanismos, central e periférico durante a maturação sexual das novilhas. Sabe-se que o glutamato, age no hipotálamo modulando vários fatores de liberação (incluindo GnRH) que estimulam a secreção de hormônios da hipófise anterior (incluindo LH e FSH; Brann, Mahesh, 1997). Um estudo com novilhas de corte (desmamadas com 21 semanas) concluiu que a ativação de receptores de glutamato (NMDA) em diferentes idades estimulou a secreção de LH e FSH, atingindo um máximo de resposta próximo da primeira ovulação, no entanto não existe uma evidência clara de que o aumento da resposta do LH ao NMDA possa estar envolvido no aumento da frequência de pulsos que provocam a primeira ovulação (Honaramooz et al., 1998).

É possível que o tratamento com glutamato possa exercer algum efeito sobre a puberdade em bovinos. A administração de glutamato exógeno mimetiza a ação da ivermectina que age nos canais de cloro que respondem ao glutamato fazendo com que os mesmos permaneçam abertos despolarizando as células musculares (Feng et al., 2002). O tratamento de novilhas pré-púberes, com ivermectina diminuiu a idade à puberdade e os autores discutem a possibilidade de uma ação direta sobre os ovários uma vez que a concentração plasmática de LH não foi alterada (Lacau-Mengido, et al. 2000).

Como no bloqueio central (em primatas e eqüinos) a contenção da atividade gonadal no período pré-puberal acontece por excesso de atividade gabaérgica, foi estudado o efeito da inibição gabaérgica, através da administração de picrotoxina em novilhas

Nelore. Houve aumento no número de picos e a área total dos picos de secreção de LH somente aos 10 meses de idade. Esta resposta pontual da secreção de LH ao bloqueio de receptores gabaérgicos nos leva a supor uma participação gabaérgica no período anterior a desmama (Nogueira, Oliveira, 2006). De fato Evans et al. (1992) estudando a puberdade em bezerras, observaram que a inibição por opióides sobre a secreção de gonadotrofinas esta presente por volta do 1º mês de vida e diminui posteriormente, permitindo um aumento na concentração de LH por volta do 3º mês de idade.

A contenção da atividade gonadal que sucede o nascimento da bezerra diminui após a aquisição de um percentual do desenvolvimento somático. Basicamente a diminuição da sensibilidade do hipotálamo ao estradiol permite o aumento da concentração de LH, porém vários neurotransmissores podem interferir na secreção de GnRH/LH nesse período.

## IDADE À PUBERDADE

A baixa idade à puberdade das novilhas zebuínas é um fator que compromete a produtividade e é um ponto a ser considerado quando se busca maior rendimento desses animais. É difícil considerar normal uma novilha ter a primeira ovulação aos dois anos de idade e o primeiro parto depois dos 3 anos (Nogueira, 2004). Vários fatores que interferem na idade à puberdade serão discutidos a seguir.

## FATORES RELACIONADOS AO CRESCIMENTO E AO PESO CORPORAL

Para que as novilhas possam atingir a puberdade mais cedo a nutrição adequada é importante. A restrição de nutrientes diminuiu a freqüência de pulsos de LH e atrasou a puberdade em novilhas de corte, foi observado que um balanço energético positivo após um período de restrição alimentar pode estimular a puberdade (Yelich et al., 1996).

Mais importante que o peso corpóreo *per se* é a direção da mudança da massa corpórea, refletindo no status metabólico do animal. Um estudo com novilhas de corte (com 14,3 meses e ovariectomizadas), constatou novilhas com o mesmo peso corporal atingido com variações da massa corpórea em direções opostas (ganho de peso x perda de peso) apresentaram diferente secreção hipotalâmica. O aumento do ganho de peso provocou aumento na freqüência e diminuição na amplitude dos pulsos de LH (Tabela 1.-Roberson et al 1991).

**Tabela 1-** Peso corporal, concentração de glicose, característica pulsátil da secreção de LH e concentração média de FSH em novilhas alimentadas para atingir um peso corporal equivalente com diferentes direções de mudança de peso corpóreo. (Adaptado de Roberson et al 1991).

Idade	16 meses		18 meses	
	Ganho	Perda	Ganho	Perda
Tipo da dieta, com relação ao peso corporal				
Peso corpóreo (kg)	241,7 <sup>b</sup>	307,8 <sup>c</sup>	280,5 <sup>b</sup>	278,7 <sup>b</sup>
Escore corporal	3,1 <sup>b</sup>	5,4 <sup>c</sup>	4,3 <sup>b</sup>	4,1 <sup>b</sup>
Glicose plasmática (mg/dl)	45,5 <sup>b</sup>	57,2 <sup>c</sup>	58,2 <sup>b</sup>	52,1 <sup>c</sup>
Freqüência de pulsos de LH (8h)	8,1 <sup>b</sup>	10,7 <sup>c</sup>	9,7 <sup>b</sup>	9,1 <sup>b</sup>
Amplitude dos pulsos de LH (ng/ml)	3,7 <sup>b</sup>	2,0 <sup>c</sup>	1,6 <sup>b</sup>	3,9 <sup>c</sup>
Resposta da hipófise à GnRH (ng/ml)	6,4 <sup>b</sup>	3,5 <sup>c</sup>	2,2 <sup>b</sup>	4,0 <sup>c</sup>
FSH médio (ng/ml)	8,0 <sup>b</sup>	5,6 <sup>c</sup>	6,2 <sup>b</sup>	8,5 <sup>c</sup>

Além de reduzir a secreção de LH, a restrição prolongada da ingestão de alimento diminuiu também as concentrações de IGF-I resultando em menor produção de estradiol e interrupção da ovulação. A realimentação de animais em anestro nutricional modifica o sinal metabólico, restabelecendo a secreção pulsátil de LH aumentando o diâmetro do folículo dominante e permitindo a ovulação (Wettemann; Bosis, 1999).

Baixa oferta de pasto afeta o consumo diário de MS e o desempenho animal. A redução da carga animal pós-demame de 300 kg de peso vivo/ha para 200 kg/ha melhorou a eficiência reprodutiva de novilhas de corte aos 18 meses de idade (Barcelos et al 2000). No entanto há que se considerar o fator custo, a suplementação alimentar pós desmama para novilhas cruzadas só é economicamente viável quando o preço pago pelo quilo de suplemento fica entre 0,05 a 0,07 do pago por quilo de peso vivo, se comparado aos animais criados exclusivamente a pasto (Pilau et al., 2003).

Como a puberdade normalmente acontece quando a novilha atinge 65 a 70% do peso adulto (Semmelmann et al., 2001), a seleção de vacas para maior peso pode aumentar a idade à puberdade. Existe o conceito de que animais com maior peso adulto necessitam de mais energia de manutenção e atingem a puberdade mais tarde que animais mais leves, portanto aumento de massa é uma característica indesejável para um rebanho em reprodução (Owens et al., 1993). De fato existe a recomendação para vacas Nelore de menor porte, que além de possuírem uma menor exigência nutricional apresentam a puberdade mais cedo (Vale et al., 1998). Mercadante et al, (2003), porém estudando novilhas Nelore selecionadas para alto peso corpóreo constataram que esses animais não apresentaram prejuízo no desempenho reprodutiva, recomendando esse critério de seleção para a raça.

Outro problema que os animais enfrentam a pasto pode ser o parasitismo. Foi observado que o tratamento de novilhas com ivermectina (0,2 mg/kg a cada 14 dias até 150 kg e depois um bolus intraruminal de 1,72g a cada 4 meses até a primeira ovulação), diminuiu o número de ovos de parasitas nas fezes e antecipou a puberdade de 39,7 para 29,3 semanas, quando comparado com os animais controle. Foi possível observar uma correlação positiva entre o número de ovos de nematódeos por grama de fezes e a concentração de prolactina sugerindo que o estresse provocado pela infestação possa estar envolvido no atraso da puberdade (Diaz-Torga et al., 2001).

Um possível sinalizador do status metabólico para o início da puberdade pode ser a leptina, produzida pelos adipócitos sinaliza a disponibilidade de energia no meio interno, desde a vida fetal (McMillen et al., 2006). A leptina exerce um importante papel sinalizando o status nutricional para o eixo reprodutivo central e pelo menos parece exercer um papel permissivo no início da puberdade, entretanto a leptina é incapaz de aumentar a frequência de pulsos de LH em novilhas pré-púberes (Zieba et al, 2005). Da mesma forma a administração crônica de leptina em novilhas de corte próximo do momento esperado para a puberdade não induziu a puberdade ou alterou a característica endócrinas (Maciel et al, 2004).

Foi sugerida a participação do GH no desenvolvimento pubertal, uma vez que foram constatadas mudanças na concentração média e na amplitude de pulsos de GH (hormônio do crescimento) antes da puberdade (Yelich et al., 1996). Porém em outra pesquisa (Diaz-Torga et al., 2001) não foi possível observar relação entre a concentração de GH e a primeira ovulação em novilhas.

O fator nutricional possui uma importante participação na expressão do potencial de puberdade precoce. Mais importante que o peso é o fato do animal estar ganhando ou perdendo peso, o que interfere na secreção de gonadotrofinas e no desenvolvimento folicular. Além das gonadotrofinas outros hormônios como o GH, IGF1 e leptina participam da maturação sexual na novilha.

## EXCESSO DE PESO

Vários criadores de Nelore de elite que tem como o objetivo levar os animais para exposições agropecuária ou leilões buscam alimentar as novilhas mais do que adequadamente para que atinjam o peso necessário para a reprodução o mais rapidamente possível. No entanto esses criadores e seus veterinários têm enfrentado um problema inesperado, as novilhas com peso adequado antes do tempo para a reprodução apresentam dificuldades reprodutivas. Inserimos este tópico com o objetivo de discutir possíveis explicações para esse fato.

A composição corpórea e a dieta (nível de alimentação) interferem no desenvolvimento pós fertilização de oócitos recuperados por aspiração ovariana. A interferência do nível da dieta sobre a qualidade oocitária dependeu da condição corpórea do animal. Altos níveis de alimentação foram benéficos para os animais com baixa condição corporal, mas prejudiciais para animais com condição corporal moderada ou elevada. Como foi observado que uma alta taxa de animais gordos alimentados com altos níveis de dieta estavam hiperinsulinêmicos, isso pode ter prejudicado a qualidade dos oócitos (Adamiak et al 2005).

Recentemente foram publicados os resultados de uma pesquisa que estudou a influência do ganho de peso pré-desmama (do nascimento aos 7 meses de idade) em bezerras de corte e seu reflexo sobre o desempenho desses animais quando vacas. As bezerras foram divididas em grupos de ganharam menos que 350g/dia ou mais que 350 g/dia, e acompanhadas depois quando vacas. Foi constatado que as bezerras que ganharam menos que 350 g/dia produziram maior quantidade de leite, bezerros com maiores ganho de peso e maior peso à desmama. Acredita-se que elevado ganho de peso no período pré-desmama aumentou a quantidade de tecido adiposo no úbere e diminui a quantidade de células na glândula mamária (Tabela 2- Restle et al., 2005).

**Tabela 2.** Medias para as características de desempenho de bezerros de acordo com a taxa média de ganho de peso da vaca em seu período pré-desmame e com o tipo de pastagem durante a lactação (Adaptado de Restle et al., 2005).

	<i>Taxa de ganho de peso quando bezerra</i>	
	Moderada	Baixa
Peso ao nascer do bezerro (kg)	32,3 <sup>a</sup>	33,4 <sup>b</sup>
Peso do bezerro ao desmame (kg)	161 <sup>a</sup>	189 <sup>b</sup>
Ganho médio diário do nascimento à desmama (kg)	617 <sup>a</sup>	717 <sup>b</sup>

Um conceito que ultimamente tem ganhado destaque no estudo de variações de genótipo e fenótipo, consiste na modulação epigenética. Em síntese a modulação epigenética refere-se à variação de fenótipo com controle acima do genético, o prefixo epi significa acima em posição superior, a interferência epigenética na expressão gênica ocorre principalmente através da metilação do DNA. As enzimas DNA (citosina-5) metiltransferase (DNMTs) promovem a metilação do DNA e com isso o silenciamento gênico. Anormalidades de metilação afetam o crescimento, a função placentária, processos comportamentais além de induzir alguns tipos de câncer (Lopes et al., 2006). O que estes estudos sugerem é que paralelo ao controle genético o controle epigenético pode interferir na expressão gênica modulando o metabolismo do animal. Em outras palavras, o melhoramento genético deve ser acompanhado por modificações epigenéticas, e em algumas situações onde o melhoramento genético aconteceu de forma muito acelerada ou abrupta este poderia não necessariamente estar acompanhado de mudanças epigenéticas suficientes. Usando como exemplo o Nelore, um animal selecionado até o século passado na Índia para ser resistente e

sobreviver com baixa disponibilidade de nutrientes. Em pouco mais de 100 anos sofreu uma pressão de seleção para aumentar o crescimento e produtividade e no caso de animais de elite, ser criado com excesso de energia e proteína, uma condição diferente da realidade de onde o mesmo foi selecionado. Isso pode gerar alterações metabólicas (de origem epigenética) que interferem na reprodução, e tem que ser estudadas para maior compreensão.

## SAZONALIDADE

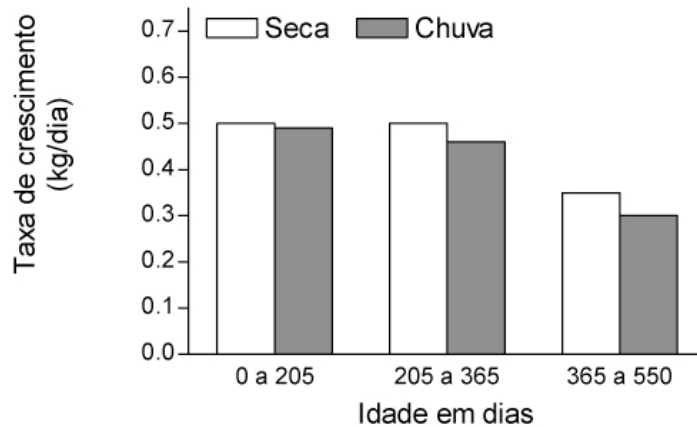
A estação do ano exerce um efeito significativo na idade e peso à puberdade (Tabela 3. Getzewich, 2005), o fotoperíodo altera a concentração de LH em novilhas pré-púberes (Critsert et al, 1987). Há uma teoria de que o efeito da estação sobre a puberdade é mais pronunciado no segundo semestre de vida. Novilhas cruzadas foram criadas sob condições naturais até os 5 meses de idade, depois dos 6 meses as novilhas foram para câmaras climáticas que simularam as 4 estações do ano. Novilhas que nasceram no outono atingiram a puberdade mais cedo que as novilhas que foram expostas primeiro à primavera e depois ao outono. A estação do ano, durante os primeiros 6 meses de idade não interferiu no peso corpóreo. A exposição dos animais à câmaras climáticas possivelmente afetou a idade à puberdade por interferir na maturação do sistema de retroalimentação negativa do estradiol, mas não afetou o crescimento (Schillo et al., 1983).

**Tabela 3.** Efeito da estação do ano do nascimento na idade e peso à puberdade, para quatro estações diferentes (Adaptado de Getzewich, 2005).

<i>Estação do ano de nascimento</i>	<i>Idade à puberdade (semanas)</i>	<i>Peso à puberdade (kg)</i>
Outono	41,8 <sup>b</sup>	236,8 <sup>b</sup>
Primavera	46,6 <sup>c</sup>	275,8 <sup>c</sup>
Verão	42,9 <sup>bc</sup>	240,3 <sup>b</sup>
Inverno	42,7 <sup>bc</sup>	242,0 <sup>b</sup>

Os achados de Honamarooz et al. (1999) estudando novilhas pré-púberes sob condições naturais, não sob fotoperíodo ou estação do ano simulada, contrasta com os trabalhos anteriores de Schillo et al. (1983), o peso e a idade à puberdade não diferiram entre animais nascidos na primavera ou no outono, entretanto a variação da idade e peso à puberdade foi maior nas novilhas nascidas no outono. A diferença entre os experimentos pode ser influenciada pelas diferenças entre raças, clima e práticas de manejo (Honamarooz et al., 1999). A possível participação da variação no fotoperíodo sobre a puberdade foi evidenciada pela administração de melatonina exógena por 5 semanas no início do verão, que antecipou a puberdade de novilhas nascidas no final do inverno (Tortonese, Inskeep, 1992).

Como o desenvolvimento corporal interfere na puberdade a época de nascimento influencia a taxas de crescimento de bezerras Nelore, em especial o crescimento pós-desmame (Figura 1, Silva et al., 2004), é possível que estação do nascimento interfira sobre a taxa de crescimento modifique a idade à puberdade.

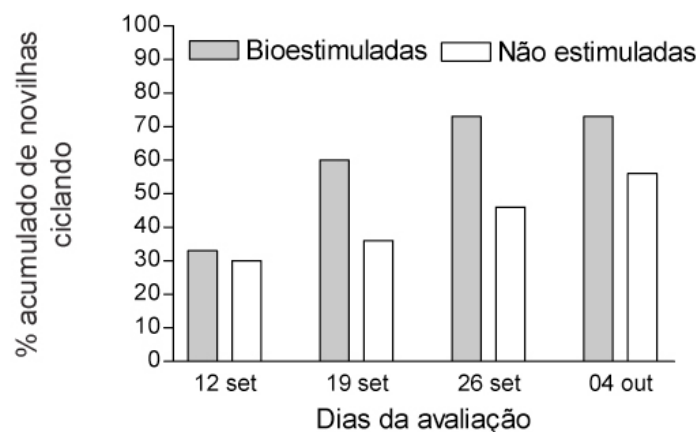


**Figura 1.** Efeito da época de nascimento sobre o crescimento do gado Nelore (Adaptado de Silva et al., 2004).

## EFEITO TOURO

Os bovinos vivem em grupo onde a interação entre os animais provê muitos estímulos sociais que podem modificar processos fisiológicos e comportamentais, incluindo os relacionados à reprodução (Martin, 2002). O sistema de criação que separa machos de fêmeas pode suprimir o “efeito macho” presente nos grupos mistos de animais, a formação de grupos mistos em períodos estratégicos pode ser importante para estimular o desempenho reprodutivo.

Em um experimento com novilhas cruzadas com 24,5 meses de idade, 30 novilhas foram expostas a rufiões Jersey com desvio lateral de pênis por 50 dias antes da estação de monta (início em 16/8) em uma proporção de 26 fêmeas por rufião (havia outros animais no pasto), a ovulação foi determinada por quantificação de progesterona. A bioestimulação aumentou a taxa de novilhas cíclicas antes da temporada reprodutiva ( $p=0,06$ ), bem como a taxa de prenhez ( $p=0,07$ ). A presença do macho determinou maiores percentuais acumulados de novilhas inseminadas, sem alterar a data média de concepção. A resposta das novilhas ao estímulo da presença do macho foi dependente da idade e do desenvolvimento corporal (Figura 2, Quadros; Lobato, 2004).



**Figura 2.** Efeito da bioestimulação por 50 dias (início em 16/08) sobre a ciclicidade de novilhas criadas para corte. (Adaptado de: Quadros; Lobato, 2004).

## TRATAMENTO HORMONAL PARA INDUZIR A PUBERDADE

Uma alternativa para antecipar a puberdade em novilhas é o tratamento com hormônios. O tratamento com progesterona (por 10 dias) aumentou o número de novilha de 200 dias de idade que atingiram a puberdade (89%) se comparado com novilhas que não receberam implante (71%) (Grings et al., 1998).

Como a progesterona interrompe o anestro pré-puberal? O pico de LH nos ruminantes acontece por um aumento da secreção de GnRH em resposta à elevação das concentrações circulantes de estradiol (Karsh et al 1997). O estradiol atua nas células do hipotálamo médio-basal ativando receptores (ER $\alpha$ ) (Couse, Korach, 1999). Camundongos sem o ER $\alpha$  possuem grandes folículos anovulatórios resultado da interrupção da retroalimentação positiva na indução do aumento do GnRH /LH que é mediado pelos ER $\alpha$  hipotalâmicos. (Lydon et al, 1995). Por outro lado camundongos sem receptor para progesterona também apresentam grandes folículos pré-ovulatórios, apesar de possuírem concentrações normais de estradiol (Chappell et al., 1997). Na verdade o estradiol é necessário para induzir a produção de receptores de progesterona que quanto estimulados (pela progesterona) aumentam a expressão de receptores para estradiol (Lydon et al, 1995).

A contenção da atividade gonadal a qual os animais pré-púberes estão submetidos é de certa forma semelhante ao anestro sazonal. O anestro sazonal na ovelha é caracterizado por um padrão episódico de secreção de LH inadequado para estimular o crescimento folicular e a ovulação. Ovelhas no anestro sazonal respondem melhor ao GnRH quando expostas à progesterona, sendo capazes de responder à doses menores de GnRH exibindo estro e função luteínica normal (McLeod et al, 1982).

Da mesma forma a primeira ovulação após período de anestro por restrição alimentar apresenta um corpo lúteo com meia vida curta, sem a exteriorização de estro antes do primeiro ciclo normal (Wettemann; Bosis, 1999), este ciclo curto como é chamado também antecede o primeiro ciclo extra nas novilhas Nelore pré-púberes (Nogueira, 2004), evidenciando a necessidade da exposição prévia à progesterona para a ocorrência de um ciclo normal .

## SELEÇÃO PARA PUBERDADE PRECOCE

Seleção para menor idade à puberdade e aumento da circunferência escrotal leva a um aumento da taxa de gestação sugerindo que a seleção dentro de uma raça pode ser capaz de forma lenta de melhorar as características reprodutivas como a taxa de gestação (Morris et al 2000).

O acompanhamento por 10 anos de um programa de seleção para precocidade em uma grande agropecuária, contendo dados de 30.802 novilhas Nelore, permitiu concluir que para selecionar novilhas quanto à precocidade sexual, é necessário expor todas as fêmeas em idades jovens à reprodução. A mensuração da taxa de prenhez por meio da prenhez aos 16 meses é indicada, uma vez que esta característica apresenta variabilidade genética alta e deve responder eficientemente à seleção, com possibilidades de rápido ganho genético (Silva, Dias, Albuquerque, 2005). A herdabilidade estimada para idade ao primeiro parto utilizando dados de 5.222 novilhas Nelore foi de 0,15 segundo Gunski et al.(2001).

Para novilhas recomenda-se iniciar e terminar a estação de monta, pelo menos quatro semanas antes da estação de monta das vacas, com duração que não deve ultrapassar 45 dias (Vale et al., 1998). O estabelecimento de um período restrito de cobertura é uma das primeiras práticas a serem implantadas. Além de proporcionar a



concentração dos nascimentos na época mais adequada, ela disciplina as demais atividades de manejo da propriedade, facilitando a identificação dos animais de elevadas “performances” reprodutiva e produtiva. Como consequência, além do aumento em produtividade, haverá uma maior oferta de produto de melhor qualidade, contribuindo para aumentar nossa competitividade no mercado mundial de carne. (Vale et al., 1998).

A produtividade à desmama dos rebanhos bovinos de corte pode ser aumentada pelo uso de fêmeas cruzadas quando comparadas às zebuínas (Perotto et al, 2001).

## CONCLUSÃO

Para que a novilha zebuína possa expressar o potencial genético é necessário que disponha de alimentação adequada e bom manejo sanitário. O nascimento em época do ano adequada e a exposição ao touro próximo ao período da puberdade (após os 12 meses) podem contribuir para antecipar a idade à puberdade. Um manejo recomendado é utilizar o estímulo do touro e aproveitar para selecionar as que ficaram prenhes até os 16 meses de idade, o que funciona como um bom critério de seleção com alta herdabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMIAK S.J., MACKIE K., WATT R.G., WEBB R., SINCLAIR K.D. Impact of nutrition on oocyte quality: cumulative effects of body composition and diet leading to hyperinsulinemia in cattle. **Biol. Reprod.**, v. 73, p. 918–926, 2005.
- BARCELLOS, J.O.J.; PRATES, E.R.; OSPINA, H.P.; LOPEZ, J.; MUHLBACH, P.R.F.; FREITAS, T.S. Carga animal pós-desmame e desempenho reprodutivo de novilhas de corte acasaladas aos 18 meses de idade. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000, Viçosa. XXXVII Reunião Anual da SBZ. Viçosa : UFV, 2000. v. 1. p. 1-4.
- BRANN, D.W., MAHESH, V.B. Excitatory amino acids: evidence for a role in the control of reproduction and anterior pituitary hormone secretion. **Endocrine Reviews**, v.18, n.5, p. 678–700, 1997.
- CARATY A., FABRE-N.Y.S.C., DELALEU B., LOCATELLI A., BRUNEAU G., KARSCH F. J., HERBISON. A. Evidence that the mediobasal hypothalamus is the primary site of action of estradiol in inducing the preovulatory gonadotropin releasing hormone surge in the ewe. **Endocrinology**, v. 139, p. 1752–1760, 1998.
- CHAPPELL PE, LYDON JP, CONNEELY OM, O'MALLEY BW, LEVINE JE. Endocrine defects in mice carrying a null mutation for the progesterone receptor gene. **Endocrinology**; v. 138, p. 4147–4152, 1997.
- COUSE JF, KORACH KS. Estrogen receptor null mice: what have we learned and where will they lead us? **Endocr Rev.**, v. 20, p. 358–417, 1999.
- CRITSERT, J.K.; BLOCK, T.M.; FOLKMAN, S.; HAUSER, E.R. Effect of photoperiod on LH, FSH, prolactin and melatonin patterns in ovariectomized prepubertal heifers. **J.Reprod. Fert.**, v. 81, p. 29-39, 1987.
- 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.
- DIAZ-TORGA G.S., MEJIA M.E., GONZATLEZ-IGLESIAS A., FORMIA N., BECU-VILLALOBOS D., LACAU-MENGIDO I.M. Metabolic cue for puberty onset in free grazing Holstein heifers naturally infected with nematodes. **Theriogenology**, v. 56, p. 111-122, 2001.
- EVANS, N.P., DAHL G.E., MAUGER D.T, PADMANABHA V., THRUN L.A., KARSCH F.J. Does estradiol induce the preovulatory gonadotropin-releasing hormone (GnRH) surge in the ewe by inducing a progressive change in the mode of operation of the GnRH neurosecretory system? **Endocrinology** v. 136, p. 5511-5519, 1995.

- FENG, X. J. HAYASHI, R.N. BEECH, R.K. Prichard. Study of the nematode putative GABA type-A receptor subunits for modulation by ivermectin. **Journal of Neurochemistry**, v. 83, p. 870–878. 2002.
- GETZEWICH, KAREN ELIZABETH. Hormonal regulation of the onset of puberty in purebred and crossbred Holstein and Jersey heifers. **Thesis** submitted to the faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Dairy Science July 19, 2005 Blacksburg, VA, USA.
- GRINGS E. EHALL., J. B., BELLOWS R. A., SHORT R. E., BELLOWS S. E., STAIGMILLER R. B. Effect of Nutritional Management, Trace Mineral Supplementation, and Norgestomet Implant on Attainment of Puberty in Beef Heifers. **J. Anim. Sci.** v. 76, p. 2177–2181, 1998.
- GUNSKI R.J., GARNERO A.V, BEZERRA, L.A.F., CORRADO, M.P., LOBO, R.B. Idade ao primeiro parto período de gestação e peso ao nascimento na raça Nelore. **Ciência Agrônômica**, v. 32, n. 1/2, 2001.
- HILLIER S.G. Gonadotropic control of ovarian follicular growth and development. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 179, p. 39–46, 2001.
- HONARAMOOZ, A., CHANDOLIA, R.K., BEARD, A.P., RAWLINGS, N.C. Excitatory amino acid regulation of gonadotropin secretion in prepubertal heifer calves. **Biology of Reproduction**, v. 59, p. 1124–1130, 1998.
- HONARAMOOZ, A., CHANDOLIA, R.K., BEARD, A.P., RAWLINGS, N.C. Effects of season of birth on the prepubertal pattern of gonadotropin secretion and age at puberty in beef heifers. **Theriogenology**. v. 52, p. 67-79, 1999.
- KARSCH FJ, BOWEN JM, CARATY A, EVANS NP, MOENTER SM. Gonadotropin-releasing hormone requirements for ovulation. **Biol Reprod**; v. 56, p. 303–309, 1997.
- LACAU-MENGIDO I. M., MEJIA M. E., DIAZ-TORGA G. S., GONZALEZ IGLESIAS A., FORMIA N., LIBERTUN C., BECU-VILLALOBOS D. Endocrine studies in ivermectin-treated heifers from birth to puberty. **J. Anim. Sci.** v. 78, p. 817–824, 2000.
- LOPES F.L.; FORTIER A.; LA SALLE S.; LUCÍFERO, D., TRALER, J.M. Epigenética do desenvolvimento: da gametogênese a embriogênese. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 34, Supl.1, p. 243-244, 2006.
- LYDON JP, DEMAYO FJ, FUNK CR, MANI SK, HUGHES AR, MONTGOMERY JR CA, SHYAMALA G, CONNEELY OM O'MALLEY BW. Mice lacking progesterone receptor exhibit pleiotropic reproductive abnormalities. **Genes & Development**, v. 9, p. 2266-2278, 1995.
- MACIEL M. N., ZIEBA D. A., AMSTALDEN M., KEISLER D. H., NEVES J. P., WILLIAMS G. L. Chronic administration of recombinant ovine leptin in growing beef heifers: Effects on secretion of LH, metabolic hormones, and timing of puberty. **J. Anim. Sci.**, v. 82, p. 2930–2936, 2004.
- MARTIN, G.B. Social-sexual signs and reproduction in mammals – an overview. In: CURSO INTERNACIONAL SOBRE FEROMONAS Y BIOESTIMULACIÓN SEXUAL, 1., 2002. Anais... Universidad Nacional Autónoma de México, 2002. p.11-28.
- MCLEOD BJ, HARESIGN W, LAMMING GE. Response of seasonally anoestrous ewes to small-dose multiple injections of Gn-RH with and without progesterone pretreatment **J. Reprod Fertil.** v. 65, p. 223-230, 1982.
- MCMILLEN I.C., EDWARDS L.J., DUFFIELD J., MUHLHAUSLER B.S. Regulation of leptin synthesis and secretion before birth: implications for the early programming of adult obesity. **Reproduction**, v. 131, p. 415–427, 2006.
- MERCADANTE M. E. Z., PACKER I. U., RAZOOK A. G., CYRILLO J. N. S. G., FIGUEIREDO L. A. Direct and correlated responses to selection for yearling weight on reproductive performance of Nelore cows **J. Anim. Sci.**, v. 81, p. 376–384, 2003
- MORRIS, CA, WILSON, J.A., BENNET, G.L., CULLEN, N.G., HICKEY, S.M., HUNTER, J.C. Genetic parameters for growth, puberty and beef cow reproductive traits in a puberty selection experiment. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 43, p. 83-91, 2000.
- 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.
- NOGUEIRA GP. Puberty in South American Bos Indicus. **Anim. Repro. Sci.**, v. 82-83, p. 361-372, 2004.

- NOGUEIRA, G.P., OLIVEIRA, D.J.C. GABA inhibition on LH secretion in prepubertal Nelore heifers. In: **International Ruminant Reproduction Symposium**, Wellington, New Zealand, 4<sup>th</sup>, 2006. Anais. P. 124.
- OWENS F. N., DUBESKI P., HANSONT C. F. Factors that Alter the Growth and Development of Ruminants. **J. Anim. Sci.** v. 71, p. 3138-3150, 1993.
- PILAU, A., ROCHA, M.G., SANTOS, D.T. Análise econômica de sistemas de produção para recria de bezerras de corte. **R. Bras.Zootec.**, v. 32, n. 4, p. 966-976, 2003.
- POMPOLO S., PEREIRA A., ESTRADA K. M., CLARKE I. J. Colocalization of kisspeptin and gonadotropin-releasing hormone in the ovine brain **Endocrinology**, v. 147, n. 2, p. 804-810, 2006.
- QUADROS S.A.F., LOBATO J.F.P. Bioestimulação e comportamento reprodutivo de novilhas de corte. **R. Bras. Zootec.**, v. 33, n. 3, p. 679-683, 2004.
- 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.
- RESTLE, J., PACHECO, P.S., PADUA J.T., MOLETTA, J.L., ROCHA M.G., SILVA J.H.S., FREITAS, A.K. Efeito da taxa de ganho de peso pré-desmama de bezerras de corte e do nível nutricional do pasto, quando vacas, sobre a produção e composição do leite e do desempenho de bezerros. **R. Bras.Zootec.**, v. 34, n. 1, p. 197-208, 2005.
- ROBERSON M. S., STUMPF T. T., WOVE M. W., KITTOK R. J., KINDER I. E. Influence of direction of body weight change on pattern of gonadotropin secretion in ovariectomized beef heifers of equivalent body weight. **J. Anim. Sci.**, v. 69, p. 1616-1625, 1991.
- SCHILLO, K.K., HANSEN, P.J., KAMWANJA, L.A., DIERSCHKE, D.J., HAUSER, E.R. Influence of season on sexual development in heifers: Age at puberty as related to growth and serum concentrations of gonadotropins, prolactin, thyroxine and progesterone. **Biol Reprod.** v. 28, p. 329-341, 1983.
- SEMMELMANN, C.E.N., LOBATO, J.F., ROCHA, M.G. Efeito de sistemas de alimentação no ganho de peso e desempenho reprodutivo de novilhas Nelore acasaladas aos 17/18 meses. **R. Bras. Zootec.**, v. 30, n. 3, p. 835-843, 2001.
- SEMPERE M.T. GPR54 and kisspeptin in reproduction. **Human Reproduction Update** v. 12 n. 5, p. 631-639, 2006.
- SHUPNIK MA. Gonadotropin gene modulation by steroids and gonadotropin-releasing hormone. **Biol Reprod.** v. 54, p. 279 – 286, 1996.
- SILVA J. A. II .V., DIAS L. T., ALBUQUERQUE L.G. Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore, **R. Bras. Zootec.**, v.34, n. 5, p. 1568-1572, 2005.
- SILVA N.A.M., AQUINO, L.H., SILVA F.F., OLIVEIRA A.I.G. Curvas de crescimento e influência de fatores não genéticos sobre as taxas de crescimento de bovinos da raça Nelore. **Ciênc. agrotec.**, v. 28, n. 3, p. 647-654, 2004.
- TERASAWA, E.; FERNANDEZ D.F. Neurobiological mechanisms of the onset of puberty in primates. **Endocrine Reviews**, v. 22, n. 1, p. 111–151, 2001.
- TORTONESE D. J., INSKEEP E. K. Effects of melatonin treatment on the attainment of puberty in heifers. **J. Anim. Sci.** v. 70, p. 2822-2827, 1992.
- TURGEON J.L., WARING D W. Luteinizing Hormone secretion from wild-type and progesterone receptor knockout mouse anterior pituitary cells. **Endocrinology**, v. 142, p. 3108–3115, 2001.
- VESPER A.H; RAETZMAN L.T.; CAMPER S.A. Role of prophet of Pit1 (PROP1) in gonadotrope differentiation and puberty. **Endocrinology**, v. 147, n. 4, p. 1654-1663, 2006.
- WETTEMANN, R.P., BOSSIS, I. 1999. Energy intake regulates ovarian function in beef cattle. **Proc. Am. Soc. Anim. Sci.**, 1999. Available at: <http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/filename>. Accessed {30/08/2006}.
- YELICH J.V., WETTEMANN R.P., MARSTON T.T., SPICER L.J. Luteinizing Hormone, Growth Hormone, Insulin-Like Growth Factor-I, Insulin and metabolites before puberty in heifers fed to gain at two rates. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 13, n. 4, p. 325-338, 1996.
- VALLE, E.R.; ANDREOTTI, R.; THIAGO, L.R.L. DE S. Estratégias para aumento da eficiência reprodutiva e produtiva em bovinos de corte. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1998. 80p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 71).

ZIEBA D.A., AMSTALDEN M., WILLIAMS G.L. Regulatory roles of leptin in reproduction and metabolism: A comparative review. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 29, p. 166–185, 2005.