

Nutrição, parâmetros metabólicos e composição corporal associados à puberdade de novilhas de corte

Patrícia Caires Molina¹, Ana Luiza Costa Cruz Borges², Geraldo Helber Batista Maia Filho³, Lívio Ribeiro Molina⁴

Resumo

A eficiência reprodutiva tem importância significativa nos indicadores de produtividade, dessa maneira, práticas de manejo influenciam o desempenho reprodutivo e afetam os indicadores dos sistemas pecuários. Com a redução da idade ao primeiro acasalamento, pode-se melhorar a eficiência reprodutiva do rebanho por meio de uma maior pressão de seleção, diminuindo o intervalo entre gerações com retorno mais rápido dos investimentos. Esta revisão tem como objetivo abordar os temas que interferem diretamente com a entrada de novilhas de corte na puberdade.

Palavras-Chave: Estado nutricional. Hormônios. Intervalo entre partos. Precocidade.

Introdução

A eficiência econômica da pecuária de corte tem ligação com a reprodução, através da produção de animais que tem como destino à produção de carne ou reposição do rebanho. Um dos fatores limitantes para alta eficiência reprodutiva de um rebanho é a idade à puberdade (ALMEIDA *et al.*, 2013). A redução da idade ao acasalamento das novilhas altera a estrutura do rebanho de cria, reduzindo o intervalo entre gerações e diminuindo a participação de animais improdutivos na composição do rebanho. Entre as principais vantagens em emprenhar as novilhas mais jovens estão: menor tempo para obter retorno do investimento e aumento do número de bezerros produzidos por vida útil gerando, dessa maneira, aumento na receita bruta da atividade (MENEGAZ *et al.*, 2008).

¹Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil. Bolsista da CAPES, e-mail: patricialcaires@hotmail.com

²Professora Associada no Departamento de Zootecnia - UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

³Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

⁴Professor Associado no Departamento de Ciência Animal - UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

A idade em que ocorrem a primeira cobertura e a concepção é determinante na produtividade das novilhas, sendo que a antecipação da idade à puberdade é o principal fator que determina a possibilidade da fêmea ficar prenhe em uma fase precoce da vida produtiva. A puberdade é definida como a idade em que o animal torna-se capaz de reproduzir (PILAU; LOBATO, 2009). No entanto, a puberdade não deve ser interpretada como um evento isolado, sendo caracterizada como a etapa final de inúmeras alterações fisiológicas e morfológicas que culminam com a capacidade de conceber e manter a gestação. Dessa maneira, a maturidade sexual da novilha é adquirida após a ovulação acompanhada de um ciclo estral de duração normal e do desenvolvimento adequado do sistema genital (ALMEIDA *et al.*, 2013). A idade em que as novilhas alcançam a puberdade varia, dependendo de vários fatores que incluem o peso corporal, a nutrição e o manejo a que esses animais são submetidos. Nesse sentido, essa revisão tem como objetivo descrever a relação entre a nutrição, os parâmetros metabólicos e a composição corporal associados à puberdade em novilhas de corte.

Desenvolvimento do texto

Nutrição e puberdade

A nutrição é o parâmetro de manejo que mais altera a idade do animal à primeira cria, ou seja, a precocidade com que o animal se aproxima do seu peso adulto é muito sensível às alterações do ambiente nutricional (FIGUEIREDO *et al.*, 2008). A quantidade de nutrientes consumidos durante o período pós-desmame, especialmente com relação ao consumo de energia, tem o potencial de exercer efeitos pronunciados sobre a puberdade em novilhas.

Segundo Patterson *et al.* (1992) o ganho de peso adequado é necessário para que novilhas iniciem essa atividade e continuem a apresentar ciclos estrais normais. A subnutrição, tanto quanto a superalimentação, trazem consequências para o estabelecimento da puberdade em novilhas, sendo que a subnutrição das fêmeas em fase de crescimento determina retardo da puberdade e baixas taxas de gestação. O efeito da disponibilidade de alimentos sobre características reprodutivas também foi observado por Wetters *et al.* (2011) em que os animais com menor disponibilidade de nutrientes tiveram um menor desenvolvimento dos folículos e uma menor competência de maturação *in vitro*.

Simpson *et al.* (1998) observaram que peso e escore da condição corporal de novilhas foram os principais fatores que influenciaram a idade à puberdade, indicando que estes parâmetros, facilmente obtidos, podem

ser utilizados na predição do desempenho reprodutivo de novilhas. Entretanto, tais medidas são extremamente influenciadas pela nutrição. Os autores relataram que o aumento do consumo de dieta balanceada antecipa a idade à puberdade em novilhas, além de resultar em aumento das concentrações do hormônio luteinizante (LH), aumento das concentrações do fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1), diminuição das concentrações do hormônio do crescimento (GH), aumento do peso corporal à puberdade, aumento do escore de condição corporal, melhora das taxas de prenhez e diminuição da idade à primeira concepção.

Novilhas condicionadas para dietas de alto ganho necessitam de menor tempo para emprenhar, dessa maneira não há comprometimento do desenvolvimento e condição corporal das novilhas pré-puberes (EBORN *et al.*, 2013). Em condições extensivas de criação, a disponibilidade e, principalmente a qualidade da forragem, sofrem oscilações entre as estações do ano, o que pode comprometer o desempenho de novilhas criadas neste sistema (VAZ *et al.*, 2012). Os autores avaliaram o desempenho de novilhas de corte até o parto, submetidas a diferentes níveis de suplementação em pastagem natural no sul do Brasil durante o primeiro período reprodutivo, dos 14 aos 17 meses. Foram utilizadas 98 novilhas, contemporâneas, do mesmo rebanho, dos grupos genéticos Charolês, Nelore e seus cruzamentos, com peso médio inicial de 255 kg. As novilhas foram distribuídas em três grupos: sem suplementação (SS); com suplementação de 3,5 g/kg do peso corporal (S1); com suplementação de 7,0 g/kg do peso corporal (S2). O peso final e o ganho de peso médio diário durante o período de suplementação foi maior entre as novilhas do grupo S2 (322 e 0,701 kg) em comparação àquelas do grupo S1 (302 e 0,464 kg) e SS (288 e 0,425 kg), que não diferiram entre si. O escore de condição corporal ao final da suplementação diferiu entre os três grupos com 3,07; 3,33 e 3,47 pontos, respectivamente, para novilhas SS, S1 e S2. A porcentagem de prenhez foi influenciada significativamente pelo nível de suplementação, sendo de 35,0; 34,2 e 70,0%, para SS, S1 e S2, respectivamente. Os autores observaram que nos grupos sob suplementação, a maior concentração de estros das novilhas se deu na primeira metade do período reprodutivo, sendo 66,7 e 64,5%, para S1 e S2, respectivamente, valores superiores ao obtido em novilhas mantidas exclusivamente em pastagem natural, que foi 50% e concluíram que a suplementação durante o período de acasalamento melhorou o desempenho reprodutivo de novilhas aos 14 meses de idade.

Byerley *et al.* (1987) ressaltaram que é de extrema importância o estabelecimento da prenhez das novilhas no início do período reprodutivo, pois, após o parto, além das exigências de manutenção, lactação e subsequente reprodução, como ocorre com vacas adultas, as novilhas estão ainda em

crescimento. Quanto mais cedo a novilha entrar em estro e ficar prenhe na primeira concepção, maior oportunidade de recuperação no pós-parto para tornarem a conceber e para produzir e desmamar bezerros mais pesados (MONTEIRO *et al.*, 2013). Segundo Vaz; Lobato (2010) para o primeiro acasalamento aos 14-15 meses de idade, é necessário desenvolvimento que estimule o início precoce da atividade sexual da bezerra, com taxas adequadas de ganho de peso nos períodos pré e pós desmame.

De acordo com Smith *et al.* (1976) quanto maior o peso corporal, menor a idade à puberdade, sendo recomendado que as novilhas alcancem aproximadamente 65% do seu peso corporal adulto estimado no início de sua primeira estação reprodutiva. Esse percentual pode variar em novilhas com maior composição de genética zebuína que necessitam de maior peso 330 kg ou 68% em relação à vaca adulta (480 kg) para alcançarem a puberdade. O peso corporal pode ser monitorado para estimar quando as novilhas alcançarão a puberdade, sendo que a adequada alimentação necessária para obter um peso alvo, para um determinado genótipo, permitirá que as novilhas expressem plenamente seu potencial para a fertilidade (PATTERSON *et al.*, 1992).

Funston *et al.* (2012) afirmaram que estudos realizados em numerosas espécies fornecem a evidência de que a dieta durante o desenvolvimento das fêmeas podem mediar alterações fisiológicas necessárias para a puberdade. Em bovinos, vários estudos mostraram correlação entre taxa de crescimento pós-desmama e idade à puberdade e as taxas de prenhez de novilhas. Assim, a taxa de crescimento é um importante fator que afeta a idade da puberdade, que por sua vez influencia a taxa de prenhez.

Montanholi *et al.* (2008) avaliaram os efeitos do ganho de peso no período de recria, dos 13 aos 19 meses de idade de novilhas de corte de reposição, da raça Hereford, mantidas em pastagem nativa da região do Rio Grande do Sul. Os tratamentos foram três taxas de ganho de peso, em animais de 13 a 14 meses de idade, sendo: G600 - 20 novilhas (208 kg) submetidas a um ganho diário médio (GDM) de 0,595 kg dia; G700 - 23 novilhas (197 kg) submetidas a um GDM de 0,637 kg dia e G800 - 24 novilhas (181 kg) submetidas a um GDM de 0,723 kg dia. Os GDM foram estabelecidos para que todos os animais atingissem 300 kg (ou 65% do peso adulto) ao início da estação reprodutiva. A taxa de ganho de peso dos 13 aos 18 meses não influenciou a altura da garupa, o perímetro torácico e a relação peso:altura de novilhas de corte de reposição Hereford. Estes dois últimos parâmetros foram mais adequados que a altura da garupa para se estimar o peso vivo de novilhas de corte. Novilhas recriadas com taxas de ganho mais altas apresentaram maiores valores de escore de trato reprodutivo, no final da recria,

quando alcançaram 300 kg de peso vivo, sugerindo melhores chances de concepção durante o acasalamento aos 18 meses de idade.

Bergfeld *et al.* (1994) e Schillo (1992) ao analisarem o desenvolvimento folicular ovariano em novilhas pré-púberes em diferentes concentrações de ingestão dietética de energia, concluíram que a cronologia de desenvolvimento dos folículos ovarianos dominantes difere em novilhas alimentadas com dietas de teor energético diferente, com os processos de maturação sendo adiados em novilhas alimentadas com dietas de baixa energia.

Vaz; Lobato (2010) avaliaram a influência do desmame precoce, em média aos 77 dias pós-parto, e do desmame convencional, em média aos 147 dias pós-parto, no desenvolvimento de novilhas de corte. Foram utilizadas 161 bezerras Braford, nascidas nos anos de 2004, 2005 e 2006. Após os desmames as bezerras foram mantidas em pastagens cultivadas de verão (*Pennisetum americanum*) e de inverno e primavera (*Avena strigosa* Schreb + *Lolium multiflorum* Lam). Foram avaliados os pesos corporais, ganhos de pesos médios diários e condição corporal a cada 28 dias. Os autores observaram que o desmame precoce não influenciou os pesos corporais. O peso no início do período reprodutivo no desmame precoce em 2004 (283,4 kg) foi maior que em 2005 (260,7 kg), enquanto no desmame convencional não houve diferença entre os anos (272,9 e 263,8 kg, respectivamente). A condição corporal no início do período reprodutivo foi afetada pelo ano de observação. O desmame precoce e o convencional não inviabilizam o acasalamento das novilhas aos 14-/15 meses de idade. As bezerras desmamadas precocemente, aos 77 dias de idade, quando alimentadas adequadamente, possuem desenvolvimento semelhante ao de bezerras amamentadas até os 147 dias de idade. Os pesos de 272,1 kg e 268,4 kg para desmame precoce e desmame convencional, respectivamente, significam 60% do peso adulto do rebanho em estudo (450 kg) viabilizando desta forma a utilização do acasalamento com início aos 14 de meses de idade de novilhas de corte.

Gottschall *et al.* (2013) avaliaram 249 novilhas de corte de raças britânicas, Angus, Devon e seus cruzamentos. As novilhas foram submetidas a diferentes protocolos de inseminação artificial (IA) e inseminação artificial em tempo fixo (IATF), seguido pelo repasse de touros. Os protocolos de IA e IATF, sendo denominados de IA/TF a que os animais foram submetidos foram: Grupo 1 - Protocolo OvSynch. No dia zero pela manhã, foi realizada a aplicação de um análogo do GnRH, sete dias após os animais receberam cloprostenol sódico, no nono dia pela manhã os animais receberam nova aplicação de busserelina. A IATF foi realizada à tarde 10 h após a aplicação da busserelina; Grupo 2 - Protocolo Crestar® 3 com ½ dose do valerato de estradiol na colocação do implante. No oitavo dia foi retirado o implante, seguido

pela aplicação de PGF2a. No 9º dia, 24 h após a retirada do implante, foi aplicado o benzoato de estradiol. A IATF foi realizada no 10º dia, 52 h após a retirada do implante; Grupo 3 - Grupo controle, com realização da inseminação artificial 12 h após a observação de estro durante os sete primeiros dias. No 7º dia foi aplicada PGF2a em todas novilhas não inseminadas. O estro foi observado por mais cinco dias, seguida por IA 12 h após a identificação do estro. Os grupos 1, 2 e 3 foram formados por animais de 27 meses. O grupo 4 - mesmo protocolo dos animais do grupo 2, porém com animais de 14 meses. O grupo 5 - mesmo protocolo dos animais do grupo 3, porém com animais de 14 meses. A estação de acasalamento teve a duração de 60 dias. Sete dias após a realização da IA/TF foram soltos os touros, com fertilidade comprovada por avaliação andrológica.

Os autores observaram que a taxa de prenhez à IA/TF obtida foi de 41,0%, com valores entre 30,8% e 43,5% para as novilhas acasaladas aos 14 e 27 meses, respectivamente, enquanto a taxa de prenhez final obtida foi de 91,6%, com valores de 96,9% e 89,7% para as novilhas acasaladas aos 14 e 27 meses, respectivamente. Os animais prenhes ao final do período reprodutivo (91,6%) ganharam 0,455 kg/dia entre novembro e março. A taxa de prenhez ao final da estação respectivamente de 85,7%, 90,1% e 92,3% para os ETR 1, 2 e 3, não apresentou diferença significativa. Gottschall *et al.* (2013) afirmaram que possivelmente a conjugação de fatores, tais como o elevado peso ao início da estação, a boa taxa de ganho de peso durante a mesma e os tratamentos com hormônios exógenos em grande parte dos animais resultaram em indução da ciclicidade durante a estação de acasalamento. Dessa maneira, o estado nutricional do rebanho, expressos pelo peso e escore de condição corporal dos animais ao acasalamento contribuíram para a obtenção de taxas de prenhez significativas.

Canellas *et al.* (2012) avaliaram por meta-análise, os principais fatores relacionados à pós-desmame peso corporal e ganho de peso que afetam a taxa de prenhez de novilhas acasaladas aos 18 meses de idade. Foram avaliados os dados de 1398 novilhas de corte de seis experimentos. As variáveis independentes analisadas foram: peso corporal aos sete meses de idade (BW7M), ganho de peso diário de sete a 12 meses (DWG7-12), peso corporal aos 12 meses de idade (BW12M), ganho de peso diário de 12 até 15 meses (DWG12-15), peso corporal aos 15 meses de idade (BW15M), ganho de peso diário de 15 a 18 meses (DWG15-18), ganho de peso diário de 7 a 18 meses (DWG7-18) e peso corporal aos 18 meses de idade (BW18M). A resposta variável foi a taxa de prenhez (PR). Os autores observaram que o peso corporal aos 18 meses de idade e DWG7-18 apresentaram alta correlação com PR. As demais variáveis apresentaram baixa correlação com o PR. O peso corporal em primeira reprodução e ganho de peso diário de sete a 18

meses são as variáveis mais importantes que afetam a taxa de prenhez de novilhas acasaladas aos 18 meses de idade no outono. As taxas mais altas de prenhez pode ser obtida desde que o ganho de peso pós-desmame seja suficiente e peso corporal em primeiro acasalamento sejam alcançados.

Parâmetros metabólicos e puberdade

Os fatores determinantes da puberdade em novilhas de corte são mediados por indicadores metabólicos como a insulina, a glicose, o hormônio de crescimento (GH) e o fator de crescimento semelhante a insulina tipo 1 (IGF-1) (WILTBANK *et al.*, 1966; HALL *et al.*, 1995). Durante a maturação hipotalâmica da novilha, os tipos de receptores para o estradiol no hipotálamo, podem se alterar. Uma possível explicação para o aumento na secreção de hormônio luteinizante (LH) durante a maturação sexual na novilha seria a mudança na quantidade de receptores de estradiol em diferentes áreas do hipotálamo (LOOPER *et al.*, 2003). Dessa maneira, o estradiol, importante fator na regulação do eixo hipotálamo-hipófise-gônadas é provavelmente responsável pela indução do pico pré-ovulatório de gonadotrofinas, através do aumento na sensibilidade da hipófise anterior ao hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), que causa o pico pré-ovulatório de LH. Portanto, baixas concentrações de estradiol exercem efeito de *feed-back* negativo na liberação tônica de LH.

O estradiol influencia a atividade dos neurotransmissores e neuropeptídeos que afetam a secreção de GnRH no cérebro. Esses neurotransmissores e neuropeptídeos exercem tanto ação estimulatória quanto inibitória na regulação do funcionamento neuronal do GnRH pela ligação e ativação a receptores de membrana específicos que são expressos nos neurônios de GnRH. Quando a puberdade se aproxima, o *feed-back* negativo sobre a secreção de LH diminui e a frequência da liberação de LH aumenta durante as últimas semanas antes da puberdade, resultando no aumento das concentrações circulantes de LH (RODRIGUES *et al.*, 2002).

O aumento pré-púbere do LH pode resultar de uma diminuição na habilidade do estradiol em inibir a secreção de GnRH do hipotálamo e de uma diminuição no *feed-back* negativo do estradiol diretamente na hipófise de maneira que a responsividade da hipófise ao GnRH aumente durante esse período. Quando o *feed-back* negativo do estradiol é superado pelo aumento no LH, a produção de estradiol folicular aumenta, o que irá ocasionar o primeiro pico pré-ovulatório de LH e conseqüentemente a ovulação, dando início a puberdade (SCHILLO *et al.*, 1992).

O IGF-I pode ser um dos sinais que ligariam o desenvolvimento do

eixo somatotrópico à ativação do sistema GnRH/LH durante a puberdade das fêmeas, sendo que seus efeitos seriam modulados por níveis de esteróides gonadais, exercendo ação bifásica na liberação de gonadotrofinas. O fígado produz IGF-I em resposta ao estímulo do GH, e em situações de restrição alimentar, pode ocorrer diminuição nas concentrações circulantes de IGF-I, mesmo com elevadas concentrações de GH. Isso ocorre por causa da redução na concentração de insulina, que leva a uma diminuição na concentração de IGF-I. Após o restabelecimento da alimentação, a produção de IGF-I aumenta devido a uma maior sensibilidade do receptor de GH em resposta a ação do aumento da insulina, já que IGF-I e a insulina aumentam de acordo com o aumento da condição corporal e peso do animal (THISSEN *et al.*, 1994).

Segundo Moriel *et al.* (2012) os níveis de insulina e IGF-I podem alterar significativamente o metabolismo energético, especialmente em situações de nutrição deficitária ou com níveis de energia par manutenção. Lents *et al.* (2013) avaliaram o efeito da restrição nutricional no *status* metabólico, na secreção de gonadotrofina e na função ovariana de novilhas com 14 meses de idade que foram alimentadas com uma dieta suprimindo 1,2 × as necessidades energéticas de manutenção (1.2M). Depois de 10 dias as novilhas foram separadas para dieta 1.2M ou para uma dieta restrita com 0,4 × as necessidades de requisitos de manutenção (0.4 M). As novilhas receberam prostaglandina (25 mg) nos dias -10, 0 e 10 para sincronizar a ovulação. Depois de 30 dias as novilhas 1.2M e 0.4M foram introduzidas a dieta 1.2M por mais 100 dias. Os autores observaram que todas as novilhas 1.2M estavam ovulando, enquanto que apenas 30% das novilhas do grupo 0.4 M ovularam. As concentrações de ácidos graxos não esterificados (AGNE) foram maiores e as concentrações de tiroxina e IGF-I foram menores no grupo 0.4M em comparação com as novilhas 1.2M. As concentrações de IGF-I foram maiores nas novilhas sem ovulação, com retorno do ciclo ovulatório 35 dias após a realimentação. A concentração de insulina apresentou-se maior no grupo de novilhas 1.2M em comparação com o grupo 0.4M. Os autores observaram que as reduzidas concentrações de IGF-I no plasma das novilhas com restrição alimentar (0.4M) foi associada com o tamanho reduzido dos folículos dominantes. Concluindo-se que a restrição de novilhas de corte reduziu a disponibilidade de hormônios metabólicos, resultando em alterações dentro do eixo neuroendócrino que comprometeu a capacidade do folículo dominante de secretar concentrações suficientes de estrogênio para estimular um pico ovulatório de LH.

A leptina, um hormônio proteico sintetizado e secretado principalmente pelos adipócitos, tem sua concentração plasmática altamente correlacionada com peso corporal e foi relatado como essencial para a maturação

sexual em roedores, seres humanos e sugere-se que poderia influenciar a idade à puberdade em novilhas. Uma vez que os mamíferos alcancem a fase adulta de desenvolvimento corporal, a maior parte do desenvolvimento corporal subsequente ocorre sob a forma de deposição de gordura, resultando em aumento da concentração circulante de leptina (CUNNINGHAM *et al.*, 1999; GEARY *et al.*, 2003). A restrição experimental de ingestão de nutrientes por 2 a 3 dias reduz as concentrações de leptina concomitantemente com a redução na frequência de pulsos de LH em novilhas pré-púberes (AMSTALDEN *et al.*, 2003; GARCIA *et al.*, 2003).

Esse hormônio tem sua ação neuroendócrina com efeito estimulatório sobre o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, possuindo um papel importante na sinalização da condição nutricional para o eixo central da reprodução. A leptina age centralmente no eixo hipotálamo-hipófise influenciando a secreção de GnRH ação mediada via neuropeptídeo Y (NPY). Esse peptídeo possui um padrão elevado de expressão no hipotálamo e na hipófise anterior de bovinos e em áreas do cérebro relacionadas com a regulação do consumo alimentar e o balanço energético. O NPY é o mediador da ação da leptina no hipotálamo sobre a regulação do LH, possuindo efeito inibitório, dependente da condição nutricional. Em ruminantes e monogástricos, sobre restrição nutricional, ocorre à redução da ação da leptina e aumento a atuação do NPY, resultando em supressão de liberação de LH. Portanto o aumento das concentrações de leptina na circulação reduz a síntese e secreção de NPY, o que permite o aumento de secreção hipotalâmica de GnRH e consequentemente de LH (OLIVEIRA *et al.*, 2010). O possível mecanismo de regulação pela leptina envolve interreceptores de leptina nos neurônios, que provocam liberação de alfa-endorfinas, as quais têm impacto positivo sobre os neurônios secretores de GnRH, além de sensibilizar regiões do cérebro, sensíveis a glicose, as quais influenciam a secreção de GnRH (CUNNINGHAM *et al.*, 1999).

Além da atuação endócrino fisiológica da reprodução como sinalizador da condição nutricional do animal é descrito a interação hormonal da leptina com o início da puberdade, em que é observado o aumento das concentrações de leptina circulante durante o desenvolvimento pré-púbere e ativação do eixo reprodutivo, permitindo que ocorra a puberdade (HAUSMAN *et al.*, 2012).

Cardoso *et al.* (2014) encontraram uma maior concentração de leptina nas novilhas de 14 meses de idade que consumiram dieta para ganho de 1kg/dia e observaram também que essas concentrações aumentaram após ganho de peso, mas diminuíram abruptamente após a restrição alimentar. A restrição alimentar em novilhas pré-púberes reduz a quantidade de leptina no

tecido adiposo e concomitantemente a frequência de pulsos de LH retardando a entrada à puberdade (AMSTALDEN *et al.*, 2000).

Hall *et al.* (1995) avaliaram novilhas de corte de porte alto e médio separadas em dois grupos, um com ganho de peso moderado (MOD, 0,6 kg/dia) outro com alto ganho de peso (HI, 1,0 kg/dia). Os animais foram utilizados para determinar o início da puberdade e alguns parâmetros metabólicos. As dietas começaram a ser oferecidas quando os animais tinham oito meses de idade e peso médio de 220,4 kg, até atingissem 16 meses de idade. A novilha foi considerada na puberdade após ter sido detectada em estro seguido da formação de um corpo lúteo funcional. Com intervalos de 56 dias desde os oito meses até a puberdade foram feitas coletas de sangue para avaliação de parâmetros hormonais metabólicos (IGF-1, insulina, nitrogênio ureico e glicose). No final do experimento essas novilhas foram abatidas e as carcaças foram avaliadas. As novilhas que estavam na dieta de alto ganho eram mais altas, mais pesadas, mais musculosas e entraram mais cedo na puberdade ($P < 0,01$) quando comparadas com as novilhas do grupo MOD. Houve aumento do peso da carcaça devido à dieta, que foi gerado pelo aumento da massa muscular e maiores depósitos de gordura, comprovando que diferentes planos nutricionais alteram medidas de composição corporal, bem como a idade à puberdade. A dieta não influenciou a concentração de IGF-1 ou glicose sanguínea e os marcadores metabólicos não foram afetados pelo biótipo do animal. Entretanto as concentrações de insulina e nitrogênio ureico foram maiores no tratamento HI durante o período pré-púbere. Os autores afirmaram que a concentração de insulina é influenciada pela ingestão de alimentos e pela densidade de energia dieta e que a puberdade não ocorre de forma padronizada pela composição corporal ou *status* metabólico em todas as novilhas.

Composição corporal e puberdade

A composição corporal dos bovinos tem estreita relação com o estado nutricional, sendo que os trabalhos sugerem que é necessário haver certa quantidade de gordura corporal para que a puberdade seja alcançada. A composição corporal à puberdade não é constante entre as novilhas, sendo influenciada pela dieta, raça e diversos fatores ambientais (HALL *et al.*, 1995; SMITH *et al.*, 1989).

Uma das maneiras utilizadas para avaliação do status nutricional de rebanhos bovinos é o escore corporal, que trata de uma avaliação visual da cobertura muscular e deposição de gordura subcutânea nos animais. O acúmulo de gordura corporal em mamíferos tem sido relatado como fator determinante no aparecimento e manutenção da puberdade. Estimativas de com-

posição corporal foram relatadas como sendo úteis na predição do peso corporal durante a puberdade em novilhas de corte (RANDEL; WELSH, 2012).

Em situação de restrição alimentar, pode ocorrer redução na frequência de pulsos de LH, atrasando a entrada na puberdade, sendo que o restabelecimento de uma alimentação adequada estimula o aumento da frequência de pulsos de LH (YELICH *et al.*, 1995). Barcellos *et al.* (2001) avaliaram a influência da estrutura corporal na idade à puberdade em 126 novilhas Braford e observaram que as novilhas de porte maior foram mais pesadas na puberdade (369,2 kg) do que as de porte pequeno (323,3 kg) e médio (337,1 kg). Entretanto, aquelas novilhas de porte grande foram 56 e 36 dias mais tardias na idade à puberdade do que as novilhas de porte pequeno e médio, respectivamente. Considerou-se a novilha púbere, quando ela apresentou cio e a concentração de progesterona superior a 1ng/mL.

Yelich *et al.* (1995) avaliaram o efeito de três taxas de ganho em composição da carcaça, idade e peso corporal na puberdade, e as concentrações de GH, IGF-1, insulina, glicose e de AGNE no plasma de 38 bezerras Angus x Hereford antes da puberdade. As novilhas foram distribuídas por peso corporal e idade em três tratamentos: alimentado sem restrição para alto ganho (ganho de peso 1,36 kg/dia); alimentação restrita (ganho de peso 0,68 kg/dia); manutenção (ganho de peso 0,23 kg/dia) seguida por um período de realimentação (0,36 kg/dia). As novilhas da taxa alta eram mais jovens à puberdade, com maior peso de carcaça, confirmando que a nutrição pode alterar a composição corporal à puberdade de novilhas. Essa melhora na composição da carcaça foi resultado do aumento de deposição de gordura. Por outro lado, os autores relataram que a produção de propionato pode alterar a disponibilidade da glicose, aumentar a liberação de LH e diminuir a idade à puberdade em novilhas de corte. De acordo com os autores, diferentes taxas de ganho de peso alteram a idade, o peso, os parâmetros metabólicos e a composição de carcaça, influenciando na puberdade de novilhas de corte. O aumento da taxa de ganho de peso resultou numa diminuição da concentração de GH e AGNE antes da puberdade. O aumento da ingestão de nutrientes também resultou em maiores concentrações de IGF-1, de insulina e as concentrações de glicose, que foram associados com a entrada precoce à puberdade. O aumento da gordura corporal foi associado com diminuição da concentração de GH e aumento da insulina, que permitiram aumentar a lipogênese. Os autores concluíram que a gordura corporal por si só não é o único regulador da puberdade, mas está associada a vários hormônios e metabólitos, onde nenhum fator é o regulador primário.

Carvalho *et al.* (2013) afirmaram que a quantidade de gordura na carcaça tem sido proposto como um regulador de início da puberdade nas

novilhas e para testar se as mudanças no consumo de energia e na concentração de leptina são capazes de alterar a idade, ganho de peso e composição corporal na puberdade de 36 novilhas pré-púberes da raça Nelore, de 18 a 20 meses de idade, $275,8 \pm 17,2$ kg, foram aleatoriamente distribuídas em três tratamentos (n= 12): alta (dieta com alta energia), baixo (dieta com baixa energia), e LL [baixo consumo de energia + leptina ovina (oLeptin)]. As dietas foram formuladas para promover ganho de 0,4 kg/d (grupos baixo e LL) ou 1,2 kg/d (grupo alto). As novilhas foram abatidas no segundo dia após a detecção do corpo lúteo. A administração de leptina aumentou a concentração sérica de leptina circulante, mas não teve efeito na idade ou ganho de peso na puberdade. A ingestão de alta energia fez com que ocorresse aumento na concentração de leptina, acelerando a puberdade sem alterar o peso na puberdade. O alto consumo de energia também acelerou o desenvolvimento folicular. Os autores concluíram que as altas taxas de energia na dieta acelerou a taxa de crescimento folicular, reduziu a idade à puberdade e alterou a composição corporal de novilhas zebu.

Cordova e Ciffoni (2010) correlacionaram taxa de prenhez, em novilhas da raça Nelore de 13 a 24 meses de idade, com peso e escore corporal. As fêmeas foram criadas exclusivamente a pasto (*Brachiaria brizantha*). Foram divididas em dois lotes, sendo o lote 1 com idade média de 13,45 meses no início da estação, PV 281 kg e o lote 2 com idade média de 19,58 meses, PV 331,16 kg. O índice de prenhez foi de 27,3 e 91,67% para lote 1 e lote 2, respectivamente. Com base nestes resultados, os autores concluíram que os animais do lote 2 demonstraram estarem prontas para o desafio de precocidade a que foram submetidas, permitindo que a primeira gestação ocorra antes dos 24 meses de idade.

Barcellos *et al.* (2014) determinaram a idade e o peso vivo à puberdade de 120 novilhas mestiças submetidas à quatro dietas para alcançar ganho de peso pré-determinado (kg/dia): 0,5 (G500; n = 32), 0,75 (G750; n = 32), 1,0 (G1000; n = 29), e 1,25 (G1250; n = 27). Os animais foram classificados em função do cruzamento entre Nelore (N) e Hereford (H): 25%N-75%H, 37,5%N-63,5%H, 43,7%N-56,7%H, 50%N-50%H e 75%N-25%H. A média de idade e peso vivo na puberdade foram $388,0 \pm 1,9$ dias e $331,4 \pm 1,3$ kg, respectivamente. Animais do cruzamento 25%N-75%H atingiram à puberdade mais cedo do que novilhas de outros grupos genéticos quando suplementados com a dieta G1250. As bezerras com maior grau da raça Nelore (75%N-25%H), alimentadas com a dieta G1000 apresentaram estro 42 dias antes do acasalamento, mas só 57% que entraram na puberdade engravidaram. O ganho de peso médio diário mostrou efeito positivo no diâmetro folicular e no nível de IGF-I na puberdade. As concentrações de GH foram menores em novilhas do grupo G1250 quando comparadas com o grupo

G1000. Os autores observaram que houve aumento significativo na interação entre o nível de insulina e os níveis nutricionais na puberdade e ressaltaram que a produção de bezerros de corte demandam sistemas de produção e substituição de novilhas com base em decisões de gestão para aumentar a produtividade e a rentabilidade. O ganho de peso das novilhas dependem da dieta que também afetam fatores como a idade à puberdade, os parâmetros metabólicos e as estruturas ovarianas das novilhas pré-púberes.

Considerações finais

A avaliação da nutrição, dos parâmetros metabólicos e da composição corporal e sua associação com a puberdade em novilhas de corte permitirão o entendimento cada vez maior dos mecanismos envolvidos no seu estabelecimento e a definição de estratégias para a antecipação deste período em novilhas de corte.

O manejo e a disponibilidade de alimentos, os parâmetros metabólicos e medidas de composição corporal devem ser utilizados com o objetivo de se atingir o máximo de eficiência biológica do rebanho para a antecipação da idade à puberdade, almejando ganhos satisfatórios para que esses animais possam entrar na primeira estação de reprodução com condições adequadas para se tornarem gestantes no início do período e com idade de até 24 meses.

Referências

ALMEIDA, O. M.; PINHO, R. O.; LIMA, D. M. A.; MARTINS, L. F. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n. 20, 2013.

AMSTALDEN, M.; ZIEBA, D. A.; GALLINO, J. L.; *et al.* Leptin modulates basal secretion of LH and enhances gonadotroph responsiveness to GnRH in adenohipophyseal explants from fasted cows. **Biol. Reprod.**, v. 66, p. 1539-1544, 2003.

AMSTALDEN, M.; GARCIA, M. R.; WILLIAMS, S. W.; *et al.* Leptin gene expression, circulating leptin, and luteinizing hormone pulsatility are acutely responsive to short-term fasting in prepubertal heifers: Relationships to circulating insulin and insulin-like growth factor I(1). **Biol. Reprod.**, v. 63, p. 127-133, 2000.

BARCELLOS, J. O. J.; PEREIRA, G. R.; DIAS, E. A.; *et al.* Higher feeding diets effects on age and liveweight gain at puberty in crossbred Nelore x Hereford heifers. **Trop. Anim. Health Prod.**, v. 46, p. 953-960, 2014.

BARCELLOS, J. O. J.; PRATES, E. R.; LOPES, J.; *et al.* Influência da estrutura corporal na idade à puberdade de novilhas Braford. In: REUNIÃO ANUAL DASOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: SBZ, 2001. p. 397.

- BERGFELD, E. G. M.; KOJIMA, F. N.; CUPP, A. S.; *et al.* Ovarian follicular development in prepubertal heifers is influenced by level of dietary energy intake. **Biol. Reprod.**, v. 51, p. 1051-1057, 1994.
- BYERLEY, D. J.; STAIGMILLER, R. B.; BERARDINELLI, J. G.; SHORT, R. E. Pregnancy rates of beef heifers bred either on puberal or third estrus. **J. Anim. Sci.**, v. 65, p. 645-650, 1987.
- CANELLAS, L. C.; BARCELLOS, J. O. J.; NUNES, L. N.; *et al.* Post-weaning weight gain and pregnancy rate of beef heifers bred at 18 months of age: a meta-analysis approach. **R. Bras. Zootec.**, v. 41, n. 7, p. 1632-1637, 2012.
- CARDOSO, R. C.; ALVES, B. R. C.; PREZOTTO, L. D.; *et al.* Use of a stair-step compensatory gain nutritional regimen to program the onset of puberty in beef heifers. **J. Anim. Sci.**, v. 92, p. 2942-2949, 2014.
- CARVALHO, M. V.; DINIZ-MAGALHÃES, J.; PEREIRA, A. S. C.; *et al.* Effect of chronic infusion of leptin and nutrition on sexual maturation of zebu heifers. **J. Anim. Sci.**, v. 91, p. 1207-1215, 2013.
- CORDOVA, I. F. M.; CIFFONI, E. M. G. Correlação entre a taxa de prenhez, idade, peso, medidas lineares e escore corporal, em novilhas Nelore de 13 a 24 meses, na região norte do Mato Grosso - BRASIL. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 7, p. 172 - 176, 2010.
- CUNNINGHAM, M. J.; CLIFTON, D. K.; STEINER, R. A. Leptin's action on the reproductive axis: perspectives and mechanisms. **Biol. Reprod.**, v. 60, p. 216-222, 1999.
- EBORN, D. R.; CUSHMAN, R. A.; ECHTERNKAMP, S. E. Effect of postweaning diet on ovarian development and fertility in replacement beef heifers. **J. Anim. Sci.**, v. 91, p. 4168-4179, 2013.
- FIGUEIREDO, D. M.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; *et al.* Estratégias de suplementação para antecipação da idade à puberdade para novilhas de corte em pastagem tropical. **Acta Sci. Anim. Sci.** Maringá, v. 30, n. 4, p. 415-423, 2008.
- FUNSTON, R. N.; MARTIN, J. L.; LARSON, D. M.; ROBERTS, A. J. Nutritional aspects of developing replacement heifers. **J. Anim. Sci.**, v. 90, p. 1166-1171, 2012.
- GARCIA, M. R.; AMSTALDEN, M.; MORRISON, C. D.; KEISLER, D. H. Age at puberty, total fat and conjugated linoleic acid content of carcass, and circulating metabolic hormones in beef heifers fed a diet high in linoleic acid beginning at four months of age. **J. Anim. Sci.**, v. 81, p. 261-268, 2003.
- GEARY, T. W.; MCFADIN, E. L.; MACNEIL, M. D.; *et al.* Leptin as a predictor of carcass composition in beef cattle. **J. Anim. Sci.**, v. 81, p. 1-8, 2003.
- GOTTSCHALL, C. S.; GLANZNER, W. G.; ALMEIDA, M. R.; *et al.* Resposta reprodutiva de novilhas de corte associada a marcadores moleculares relacionados à fertilidade. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 41, p. 1149, 2013.
- HALL, J. B.; STAIGMILLER, R. B.; BELLOWS, R. A.; SHORT, R. E. Body composition and metabolic profiles associated with puberty in beef heifers. **J. Anim. Sci.**, v. 73, p. 3409-3420, 1995.
- HAUSMAN, G. J.; BARB, C. R.; LENTS, C. A. Leptin and reproductive function. **Biochimie**, Paris, v. 94, p. 2075-2081, 2012.
- LENTS, C. A.; WHITE, F. J.; CICCIOLO, N. H.; *et al.* Metabolic status, gonadotropin secretion, and ovarian function during acute nutrient restriction of beef heifers. **J. Anim. Sci.**, v. 91, p. 4146-4157, 2013.

- LOOPER, M. L.; BIZCARRA, J. A.; WETTEMANN, R. P.; *et al.* Influence of estradiol, progesterone, and nutrition on concentration of gonadotropins and GnRH receptors, and abundance of mRNA for GnRH receptors and gonadotropin subunits in pituitary glands of beef cows. **J. Anim. Sci.**, v. 81, p. 269-278, 2003.
- MENEGAZ, A. L.; LOBATO, J. F. P.; PEREIRA, A. C. G. Influência do manejo alimentar no ganho de peso e no desempenho reprodutivo de novilhas de corte. **R. Bras. Zootec.**, v. 37, n. 10, p. 1844-1852, 2008.
- MONTANHOLI, Y. R.; BARCELLOS, J. O. J.; COSTA, E. C. Variação nas medidas corporais e desenvolvimento do trato reprodutivo de novilhas de corte recriadas para o acasalamento aos 18 meses de idade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 185-190, jan-fev, 2008.
- MONTEIRO, F. M.; MERCADANTE, M. E. Z.; BARROS, C. M.; *et al.* Reproductive tract development and puberty in two lines of Nellore heifers selected for postweaning weight. **Theriogenology**, v. 80, p. 10-17, 2013.
- MORIEL, P.; COOKE, R. F.; BOHNERT, D. W.; *et al.* Effects of energy supplementation frequency and forage quality on performance, reproductive, and physiological responses of replacement beef heifers. **J. Anim. Sci.**, v. 90, p. 2371- 2380, 2012.
- OLIVEIRA, J. F. C.; GONÇALVES, P. B. D.; FERREIRAI R.; *et al.* Controle sobre GnRH durante o anestro pós-parto em bovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 12, p. 2623-2631, 2010.
- PATTERSON, D. J.; PERRY, R. C.; KIRACOFÉ, G. H.; *et al.* Management considerations in heifer development and puberty. **J. Anim. Sci.**, v. 70, n. 12, p. 4018-4035, 1992.
- PILAU, A.; LOBATO, J. F. P. Suplementação energética pré-acasalamento aos 13/15 meses de idade para novilhas de corte: desenvolvimento e desempenho reprodutivo. **R. Bras. Zootec.**, v. 38, n. 12, p. 2482-2489, 2009.
- RANDEL, R. D.; WELSH, JR., T. H. Interactions of feed efficiency with beef heifer reproductive development. **J. Anim. Sci.**, published online, October 9, 2012.
- RODRIGUES, H. D.; KINDER, J. E.; FITZPATRICK, L. A. Estradiol regulation of uterine hormone 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, n. 12, p. 1271-1282, 1992.
- SIMPSON, R. B.; CHASE JR., C. C.; HAMMOND, A. C.; *et al.* Average daily gain, blood metabolites, and body composition at first conception in Hereford, Senepol and reciprocal crossbred heifers on two levels of winter nutrition and two summer grazing treatments. **J. Anim. Sci.**, v. 76, p. 396-403, 1998.
- SMITH, G. M.; FITZHUGH JR., H. A.; CUNDIFF, L. V.; *et al.* A genetic analysis of maturing patterns in straight bred and crossbred Hereford, Angus and Shorthorn cattle. **J. Anim. Sci.**, v. 43(2), p. 389-395, 1976.
- SMITH, B. A.; BRINKS, J. S.; RICHARDSON, G. V. Estimation of genetic parameters among reproductive and growth traits in yearling heifers. **J. Anim. Sci.**, v. 67, p. 2881-2885, 1989.
- THISSEN, J. P.; KETELSLEGERS, J. M.; UNDERWOOD, L. E. Nutritional regulation of the insulin-like growth factors. **Endocr. Rev.**, v. 15, p. 80-101, 1994.
- VAZ, R. Z.; RESTLE, J.; VAZ, M. B.; *et al.* Desempenho de novilhas de corte até o parto recebendo diferentes níveis de suplementação durante o período reprodutivo, aos 14 meses de idade. **R. Bras. Zootec.**, v. 41, n. 3, p. 797-806, 2012.

VAZ, R. Z.; LOBATO, J. F. P. Efeito da idade do desmame no desenvolvimento de novilhas de corte até os 14/15 meses de idade. **R. Bras. Zootec.**, v. 39, n. 2, p. 289-298, 2010.

WETTERE, W. H. E. J.; MICHELLD, M.; REVELLA, D. K.; HUGHES, P. E. Nutritional restriction of pre-pubertal liveweight gain impairs ovarian follicle growth and oocyte developmental competence of replacement gilts. **Theriogenology**, Stoneham, v. 75, p. 1301-1310, 2011.

WILTBANK, J. N.; GREGORY, K. E.; SWIGER, L. A.; *et al.* Effects of heterosis on age and weight at puberty in beef heifers. **J. Anim. Sci.**, v. 25, p. 744-751, 1966.

YELICH, J. V.; WETTEMANN, R. P.; DOLEZAL, H. G.; *et al.* Effects of growth rate on carcass composition and lipid partitioning at puberty and growth hormone, insulin-like growth factor I, insulin, and metabolites before puberty in beef heifers. **J. Anim. Sci.**, v. 73, p. 2390-2405, 1995.