



Precocidade sexual de novilhas: fisiologia, genética e protocolos de indução – parte 2 *Sexual precocity of heifers: physiology, genetics and induction protocols – second part*

Maria Eduarda Rocha e Silva¹, Gustavo Pereira Cadima¹, Ricarda Maria dos Santos¹, Renata Lanconi^{1*}

¹ Laboratório de Reprodução Animal (LARAN), Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia (FAMEV/UFU) – Uberlândia, MG, Brasil, *R. Ceará, 1084 - Bairro - Umarama, Uberlândia - MG, 38405-240

Resumo

A pecuária de corte brasileira se consolidou no ranking mundial de produção e exportação de carne bovina, possuindo então grande relevância econômica. Porém, a criação extensiva e o baixo investimento tecnológico comprometem os índices zootécnicos, necessitando, assim, de inovações em reprodução animal e melhoria genética para aumento da produtividade. A rentabilidade da atividade de cria se baseia na parição de um bezerro por vaca por ano, sendo crucial que a fêmea se torne gestante precocemente. Assim, a idade em que ocorre a primeira concepção é determinante para a produtividade e a idade à puberdade é o principal fator que estabelece a competência da fêmea em sua primeira estação de monta. Para otimizar os resultados reprodutivos de novilhas, sugere-se a realização da indução de puberdade, feita através de protocolos farmacológicos com intuito de induzir a ciclicidade das fêmeas, para que estejam cíclicas no início da estação reprodutiva e, possivelmente, conceberem. Como auxílio à indução de puberdade, a ultrassonografia transretal possibilita a avaliação da eficácia do protocolo e responsividade da fêmea. Portanto, estudos acerca da precocidade sexual e indução de puberdade são fundamentais, visto a importância econômica das características reprodutivas e a necessidade de redução da idade ao primeiro parto das fêmeas do rebanho nacional. Esta revisão de literatura está dividida em parte 1 e parte 2, na primeira abordou-se idade ao primeiro parto (IPP) no atual cenário da pecuária de corte, puberdade, principais fatores que interferem na antecipação da puberdade (genética e raça; nutrição e peso corporal) e eficiência reprodutiva e utilização de novilhas precoces. Na segunda parte abordou-se o Impacto do melhoramento genético na precocidade de novilhas, influência da condição corporal sobre a ciclicidade reprodutiva de fêmeas, avaliação do trato reprodutivo com auxílio de ultrassonografia transretal e protocolos de indução de ciclicidade.

Palavras-chave: escore de condição corporal, nulíparas, bovinocultura de corte, eficiência reprodutiva, avaliações ultrassonográficas.

Abstract

The Brazilian beef cattle breeding has consolidated itself in the world ranking of production and export of beef, having then great economic relevance. However, extensive breeding and low technological investment compromise zootechnical rates, thus requiring innovations in animal breeding and genetic improvement to increase productivity. The rentability of breeding is based on the calving of one calf per cow per year, so it is crucial that the female becomes pregnant early. Therefore, the age at which the first conception occurs is a determining factor for productivity, and age at puberty is the main factor that establishes the competence of the dam in the first breeding season. To optimize reproductive results of heifers, it is suggested the induction of puberty, done through pharmacological protocols in order to induce cyclicity of females, so that they are cyclic in the reproductive season and possibly conceive. As an aid to the induction of puberty, transrectal ultrasonography allows the evaluation of the protocol efficacy and female responsiveness. Therefore, studies on sexual precocity and induction of puberty are fundamental, given the economic importance of reproductive characteristics and the need to reduce the age at first calving of females in the national herd. This literature review is divided into first part and second part. The first part deals with Age at first calving in the current beef cattle scenario, puberty, the main factors that interfere with early puberty (genetics and breed; nutrition and body weight) and reproductive efficiency and utilization of precocious heifers. The second part dealt with the impact of genetic improvement on heifer precocity, the influence of body condition on female reproductive cyclicity, evaluation of the reproductive tract using transrectal ultrasound and cyclicity induction protocols.

*Correspondência: renata.lanconi@ufu.br

Recebido: 09 de março de 2022

Aceito: 06 de novembro de 2023



Keywords: *FTAI, nulliparous, beef cattle, reproductive efficiency, ultrasonographic evaluations.*

Introdução

Este artigo integra a segunda parte de uma revisão de literatura iniciada e contextualizada no artigo “Precocidade sexual de novilhas: fisiologia, genética e protocolos de indução – parte 1” onde foram descritos a introdução do tema, a importância da idade ao primeiro parto (IPP) no atual cenário da pecuária de corte, foi abordado sobre puberdade em novilhas, os principais fatores que interferem na antecipação da puberdade (genética e raça; nutrição e peso corporal) e a eficiência reprodutiva e utilização de novilhas precoces.

Neste trabalho foi dada continuidade à revisão abordando-se temas como o impacto do melhoramento genético na precocidade de novilhas, a influência da condição corporal sobre a ciclicidade reprodutiva de fêmeas, avaliação do trato reprodutivo com auxílio de ultrassonografia transretal e protocolos de indução de ciclicidade em novilhas de corte.

O objetivo dessa revisão de literatura foi evidenciar a importância da fisiologia da reprodução, genética, avaliação ultrassonográfica e utilização de protocolos de indução de ciclicidade em novilhas, visando a eficiência reprodutiva nos rebanhos bovinos de corte.

Impacto do melhoramento genético na precocidade de novilhas

O melhoramento genético animal tem como objetivo aumentar a frequência dos genes favoráveis na população, causando melhorias fenotípicas nos rebanhos, visando a maior produtividade (Moraes, 2021). Investir em melhoramento genético animal torna-se necessário para produzir animais geneticamente superiores, que imprimem precocidade sexual, produtividade e qualidade de carcaça ao rebanho (Maluf, 2002). A seleção genética consiste na escolha dos melhores animais da geração atual para serem pais da geração futura, considerando determinado objetivo de seleção, visando a evolução produtiva do rebanho (Rosa; Menezes; Egito, 2013; Moraes, 2021). Os acasalamentos estabelecem quais reprodutores e fêmeas estarão envolvidos na gestação e nascimento das progêneses, determinando raça, mérito genético e genealogia dos progenitores, pois baseia-se em escolher touros de acordo com as informações genéticas, que quando utilizados em cada fêmea irão garantir a maximização do valor genético dos filhos (Vieira et al., 2014), obedecendo a premissa de que a média de desempenho dos filhos deve ser maior que a média de desempenho dos pais (Carneiro Júnior, 2009).

A avaliação genética dos animais se baseia na diferença esperada na progênie (DEP), que consiste numa importante ferramenta de seleção, pois representa um número estimado que reflete a diferença de desempenho produtivo que a progênie de determinado animal apresentará em relação às progêneses de outros animais, sendo então uma maneira de expressar o patrimônio genético que um reprodutor é capaz de transmitir aos filhos, possibilitando a seleção e utilização de animais melhoradores (Rosa; Menezes; Egito, 2013). A utilização de características reprodutivas como critério de seleção é uma forma de aumentar o desempenho reprodutivo do rebanho de forma permanente (Pereira, 2008). No estudo de Brumatti et al. (2011) foi demonstrado que as características reprodutivas foram de 4,28 a 13,46 vezes mais importantes economicamente do que as características de crescimento, comprovando a relevância da fertilidade e precocidade sexual para a rentabilidade do sistema de produção.

Todas as DEPs envolvidas na avaliação genética dos animais são importantes mas, considerando as características reprodutivas, pode se destacar as DEPs para idade ao primeiro parto (DIPP, que expressa a estimativa de idade ao primeiro parto das filhas do reprodutor, indicando a precocidade e eficiência reprodutiva da fêmea); probabilidade de parto precoce (D3P, que expressa a probabilidade de um touro produzir fêmeas que quando desafiadas precocemente, são diagnosticadas como prenhes, parindo um bezerro até os 30 meses de idade); perímetro escrotal (DPE, possui correlação positiva com precocidade sexual e fertilidade, estimando que touros com DEPs elevadas para essa característica terão filhas sexualmente precoces); produtividade acumulada (DPAC, que expressa a produtividade da vaca em kg de bezerras desmamados por ano, refletindo então a competência da fêmea iniciar a produção de bezerras precocemente, associada à permanência no rebanho e a capacidade de desmamar bezerras mais pesados) e “stayability” (DSTAY, que indica a longevidade da fêmea, pela probabilidade de se manter até os 76 meses de idade no rebanho, parindo pelo menos três crias), descritas por Lôbo et al. (2021).

A deposição de tecido adiposo é muito importante para a reprodução (Chilliard; Delavaud; Bonnet, 2005), principalmente na puberdade (Andrade, 2015). Sendo assim, como critério de seleção, enfatiza-se a DEP de acabamento de carcaça (DACAB), que corresponde à espessura de gordura subcutânea (EGS) e,



apesar de ser uma DEP de qualidade de carcaça, também está relacionada à precocidade sexual (Lôbo et al., 2021). O estudo de Brunes et al. (2017) demonstrou que a característica de espessura de gordura subcutânea (EGS) é efetiva quando utilizada como critério de seleção visando prenhez precoce.

Para selecionar as novilhas geneticamente superiores, deve-se estabelecer as características desfavoráveis que determinarão o descarte voluntário dos animais, garantindo a pressão de seleção sobre o rebanho para obtenção de ganho genético acerca da idade à puberdade (Marson; Ferraz, 2001). De acordo com Lira et al. (2013), o ganho genético consiste na resposta à seleção e exprime o avanço da geração seguinte em relação à população exposta à seleção. Para o aumento do ganho genético, é necessária a redução do intervalo de gerações, que pode ser alcançada através da utilização de biotecnologias reprodutivas (Emerick et al., 2009). O intervalo de gerações é definido como o intervalo de tempo entre o nascimento do animal e o de sua progênie (Carneiro Júnior, 2009), ou seja, animais que iniciam a vida reprodutiva mais cedo contribuem para a redução do intervalo de gerações (Sousa, 2017). Rosa, Menezes e Egito (2013), afirmam que se os animais do rebanho entrarem em reprodução mais cedo, o intervalo de gerações será menor, proporcionando então a obtenção de maiores ganhos genéticos e produtivos.

As características reprodutivas geralmente apresentam baixa herdabilidade, significando que o fator ambiental é a principal causa de variação dos fenótipos e dificulta o progresso genético (Pereira, 2008; Dickinson et al., 2019). Gargantini et al. (2005) estimou herdabilidade de 0,52 para idade à puberdade em animais *Bos taurus*, indicando variabilidade genética satisfatória para seleção, porém os autores enfatizaram que a dificuldade de mensuração da característica em novilhas deve ser considerada. Devido aos entraves encontrados para implementação da seleção para idade à puberdade, utiliza-se outras características indiretas como indicadoras de precocidade reprodutiva, como a característica de idade ao primeiro parto, que é de fácil mensuração e possui correlação genética favorável com parâmetros relacionados à precocidade sexual (Brunes et al., 2018). A herdabilidade estimada para a característica de idade ao primeiro parto é moderada, sugerindo que há variabilidade genética suficiente para responder à seleção, sendo assim um critério de seleção utilizado atualmente nos rebanhos e se apresenta eficaz para obtenção de animais sexualmente precoces (Mousquer et al., 2013; Sousa, 2017). Portanto, a seleção genética tem potencial de aumentar a proporção de novilhas que atingem a puberdade numa idade que possibilite o primeiro parto aos 2 anos de idade, garantindo também o aumento da precocidade reprodutiva do rebanho a cada geração, considerando a raça nelore (Day; Nogueira, 2013).

Um parâmetro de fácil mensuração nos machos é o perímetro escrotal, que possui herdabilidade de alta magnitude, apresenta correlação genética com a idade à puberdade e fertilidade (Brunes et al., 2018) e vem sendo utilizada frequentemente como indicadora de precocidade sexual em fêmeas (Andrade, 2015). Em trabalho realizado por Grosse, Santos e Hartmann (2020), concluíram que a medida de perímetro escrotal de touros possui grande relevância, pois apresenta alta correlação positiva com o peso corporal e escore de trato reprodutivo das novilhas filhas, concluindo que o uso dessa característica como critério de seleção é capaz de melhorar a precocidade sexual das fêmeas.

Segundo Mello et al. (2014a), o cruzamento entre zebuínos e taurinos é a forma mais rápida de melhorar as características reprodutivas do plantel, inserindo assim a precocidade sexual e todos os outros atributos genéticos taurinos no sistema. O estudo de Reggiori (2014) constatou que fêmeas cruzadas (aberdeen angus x nelore) foram superiores às fêmeas nelore, sugerindo que o cruzamento é capaz de melhorar a precocidade sexual e desempenho reprodutivo em rebanhos de corte. Ao reunir em um só animal as características de duas ou mais raças, aproveita-se os efeitos positivos da heterose ou vigor híbrido (Rosa; Menezes; Egito, 2013). Segundo Marson e Ferraz (2001), a heterose consiste no fenômeno em que a progênie apresenta uma superioridade média de desempenho em relação à média dos pais, sendo que o vigor híbrido será mais pronunciado quanto mais geneticamente divergentes forem os animais. As fêmeas provenientes de cruzamentos inter-raciais atingem a puberdade mais precocemente que as fêmeas puramente zebuínas, evidenciando então o efeito positivo da heterose para a reprodução (Silva et al., 2018).

A seleção genética baseada na redução da idade à puberdade deve ser realizada, visto que é um fator determinante para a competência reprodutiva da fêmea (Marson; Ferraz, 2001), influencia a eficiência econômica da produção de carne, com efeitos sobre o início da vida reprodutiva e a idade ao primeiro parto (Day; Nogueira, 2013). Portanto, o investimento em melhoramento genético animal garante assertividade em relação à capacidade produtiva do rebanho e é imprescindível para o avanço da pecuária brasileira, pois possibilita o alcance de maiores níveis de produtividade e qualidade do produto final (Moraes, 2021).

Influência da condição corporal sobre a ciclicidade reprodutiva de fêmeas

O escore de condição corporal (ECC) consiste na avaliação visual subjetiva feita por avaliadores treinados, para determinação das reservas energéticas corporais e depósito de gordura, sendo uma



importante ferramenta de manejo reprodutivo com o intuito de avaliar o estado nutricional do animal (Abreu; Silva; Gottschall, 2018). De acordo com Jaume, Souza, Moraes (2000), o peso corporal é um importante indicador para quantidade de músculos e gordura, porém, dois animais com o mesmo peso vivo podem apresentar condições corporais diferentes, dependendo de seu tamanho corporal. Para bovinos, geralmente são utilizadas escalas que avaliam a condição corporal em escores de 1 a 5 ou de 1 a 9 (Ouverney *et al.*, 2020). Independentemente do critério, o escore mais baixo é dado para os animais mais magros e os escores subsequentes indicam crescente aumento de gordura, sendo que o maior escore caracteriza os animais mais gordos (Moraes; Jaume; Souza, 2006). Segundo Castro, Fernandes e Leal (2018), na avaliação visual observa-se a gordura subcutânea das costelas, tuberosidade isquiática e sacral e inserção caudal.

Os efeitos da condição corporal sobre a fertilidade são notórios, havendo relação positiva entre o peso e condição corporal de novilhas com o desempenho reprodutivo (Bitencourt, 2018). Assim, geralmente animais com bom ECC terão resposta mais satisfatória aos protocolos de indução e sincronização de ovulação, garantindo melhores taxas de prenhez e resultados reprodutivos, concluindo que o escore de condição corporal (ECC) é um importante preditor de fertilidade (Abreu; Silva; Gottschall, 2018). No que diz respeito à ciclicidade e condição ovariana, Jaume, Souza e Moraes (2000) citam que animais com melhor escore corporal possuem maior número de folículos nos ovários, maior diâmetro dos folículos e maior chance de manifestação de cio, sugerindo que fêmeas com baixo escore de condição corporal geralmente não apresentam boas respostas ao manejo reprodutivo. Em seu trabalho, Nishimura (2018) atestou que as fêmeas com melhor ECC no início do protocolo de sincronização foram as que apresentaram melhor condição ovariana e maior taxa de prenhez. Sendo assim, o escore de condição corporal torna-se útil para avaliação e tomada de decisões na estação reprodutiva, pois pode ser um indicativo de atividade ovariana (Castro; Fernandes; Leal, 2018).

No estudo de Ayres *et al.* (2014), as fêmeas sem corpo lúteo no início do protocolo de sincronização apresentaram ECC mais baixos, quando comparadas às vacas com corpo lúteo, sugerindo que a atividade ovariana cíclica não foi detectada em animais com ECC inferiores. Foi demonstrado ainda que vacas com ECC mais alto ao parto tiveram maior probabilidade de concepção ao primeiro serviço após IATF e menor chance de perda gestacional, o que demonstra a importância da condição corporal para o início ou retorno da ciclicidade, além da influência positiva sobre a manutenção da gestação (Ayres *et al.*, 2014). Abreu, Silva e Gottschall (2018) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a influência do escore de condição corporal sobre a prenhez e custo por prenhez de 296 novilhas de corte, onde observaram que as fêmeas com ECC igual ou superior a 3,5 apresentaram maior taxa de prenhez, evidenciando a importância dessa avaliação para o incremento reprodutivo, além de observarem efeito positivo sobre a eficiência econômica, visto que o custo por prenhez foi decrescente conforme aumentava o ECC. Ouverney *et al.* (2020) relataram um caso de baixa taxa de concepção em 67 fêmeas nelore com baixo ECC submetidas à IATF, apresentando 20,89% de prenhez na primeira IATF e 24,72% na segunda IATF. Posteriormente, foi instituído uma dieta intensificada de concentrado energético com a finalidade de garantir o ganho de peso dos animais e melhoria da condição corporal e, após essa suplementação, as fêmeas obtiveram 45% de taxa de prenhez na terceira IATF, o que permite concluir que a condição nutricional e corporal são imprescindíveis para a fertilidade, sendo o ECC uma importante ferramenta auxiliar para a reprodução (Ouverney *et al.*, 2020).

O manejo nutricional é fundamental para a atividade pecuária, seja baseada na produção de leite ou carne, pois tem efeito decisivo sobre a puberdade e reprodução, estando intimamente relacionado ao peso e condição corporal do animal (Abreu; Silva; Gottschall, 2018). Há uma grande variação entre os escores de condição corporal dos animais no início da estação de monta, principalmente devido às diferentes dietas a que são submetidos e à sazonalidade na produção de pastagens, em que no período seco observa-se limitação qualitativa e quantitativa das forrageiras num cenário de constante exigência nutricional dos bovinos, culminando então nas diferenças de desempenho de ganho de peso e condição corporal (Nishimura, 2018).

Avaliação do trato reprodutivo com auxílio de ultrassonografia transretal

A ascensão do uso de tecnologias é primordial para garantir a eficiência de produção e aumento da produtividade (Euclides Filho, 2013). A ultrassonografia transretal é um exame de diagnóstico por imagem amplamente utilizado na reprodução animal atualmente (Nogueira *et al.*, 2021), sendo uma de suas aplicações a captação de imagens de estruturas ovarianas (Jaume; Souza; Moraes, 2000). A ultrassonografia ovariana permite a avaliação de estruturas do ovário, como os folículos e corpo lúteo, além de auxiliar em técnicas como aspiração folicular e diagnóstico de patologias (Gasparin *et al.*, 2017). As imagens ultrassonográficas são geradas em escalas de cores do preto ao branco, passando por vários tons de cinza



(Nogueira *et al.*, 2021), sendo que os folículos apresentam-se anecoicos (coloração escura) devido à presença do fluido folicular, enquanto o corpo lúteo possui aspecto hiperecoico (coloração acinzentada a branca). Cardoso e Nogueira (2007) destacam que há uma dificuldade em determinar a idade à primeira ovulação, principalmente das fêmeas criadas em sistema extensivo, visto a necessidade do auxílio da ultrassonografia, que ainda não é amplamente difundida na rotina de todas as propriedades rurais brasileiras. As estruturas ovarianas sofrem alteração de acordo com a fase do ciclo estral, que é marcado por eventos como a emergência da onda folicular, crescimento folicular, seleção do folículo dominante e ovulação ou regressão do folículo em condição pré-ovulatória (Nogueira *et al.*, 2021).

Segundo Gasperin *et al.* (2017), as avaliações ultrassonográficas dos ovários são de suma importância para demonstrar o padrão de crescimento folicular, a dinâmica da ovulação no ciclo estral e o estado reprodutivo do animal, permitindo grandes avanços das biotecnologias da reprodução. O tamanho do folículo ovulatório é um ponto importante para a puberdade e para a taxa de concepção no dia da inseminação artificial e pode ser mensurado através de ultrassonografia (Lima *et al.*, 2020). No experimento de Ribeiro Filho *et al.* (2013) afirmou-se o efeito positivo do maior diâmetro do folículo ovulatório sobre a fertilidade de fêmeas submetidas à protocolo de sincronização, observando que as vacas gestantes apresentaram folículo ovulatório maior (13,33 mm) do que as vacas não gestantes (11,27 mm), sugerindo que existe uma correlação entre o tamanho dos folículos e a taxa de concepção. O tamanho do folículo ovulatório influencia a taxa de ovulação e luteinização, garantindo maior produção de progesterona pelo corpo lúteo, gerando efeito positivo sobre a sobrevivência embrionária, visto que a concentração de progesterona é determinante para a viabilidade do embrião (Nishimura, 2018).

Diversos estudos têm sido realizados para avaliar a maturidade dos órgãos genitais e estimar a puberdade de fêmeas possivelmente aptas à reprodução, através de escores de trato reprodutivo e atividade ovariana, que mostram ser ferramentas válidas para seleção de fêmeas com maior resposta reprodutiva e potencial para acasalamento (Carvalho, 2017), pois por meio da palpação e ultrassonografia transretal avaliam útero, ovários e estruturas ovarianas, como os folículos e corpo lúteo (Sousa, 2018). Andersen *et al.* (1991) desenvolveram um sistema de avaliação de escore de trato reprodutivo (ETR) em novilhas de corte, baseando-se no tônus uterino, mensurações de ovário e presença de estruturas ovarianas (folículos palpáveis e corpo lúteo). De acordo com a pontuação proposta por Andersen *et al.* (1991), numa escala de 1 a 5, os escores são: ETR 1 (útero imaturo e sem tônus, ausência de estruturas palpáveis no ovário); ETR 2 (ausência de tônus uterino, presença de pequenos folículos palpáveis); ETR 3 (leve tônus uterino, presença de pequenos a médios folículos palpáveis); ETR 4 (bom tônus uterino, presença de grandes folículos palpáveis e possibilidade de presença de corpo lúteo) e ETR 5 (bom tônus uterino, presença de grandes folículos palpáveis e presença de corpo lúteo). Concluiu-se que a avaliação do escore de trato reprodutivo (ETR) consiste num importante preditor de maturidade sexual, desempenho reprodutivo e fertilidade a longo prazo em novilhas (Holm *et al.*, 2015).

Em seu experimento, Alves (2020) propôs a utilização de um escore de útero e ovários (EUO) após indução de ciclicidade em novilhas de corte, em que as fêmeas com EUO 3 (presença de tônus uterino, maior tamanho de cornos uterinos e presença de pequenos folículos ovarianos, caracterizando a peripuberdade) apresentaram maior taxa de concepção que as novilhas de EUO 1 e 2, concluindo então que as avaliações de trato reprodutivo através de escores são úteis para estimar a possibilidade de concepção das nulíparas e, assim, selecioná-las para a estação de monta. Tais dados concordam com os obtidos no trabalho de Dickinson *et al.* (2019), em que foi observado que as novilhas com maior escore de trato reprodutivo (5) também apresentaram a maior taxa de prenhez no final da estação (89%). Além de influenciar a quantidade de novilhas que se tornam prenhes, o escore de trato reprodutivo também tem efeito sobre o momento em que as fêmeas concebem, sendo que os animais com maior escore tornam-se prenhes mais cedo que as novilhas de baixo escore (Lima, 2017). Assim, a prévia avaliação do trato reprodutivo por ultrassonografia garante melhores resultados reprodutivos, visto que permite selecionar as nulíparas que apresentam atividade ovariana antes do protocolo de sincronização, sendo indicada a exclusão de fêmeas com ausência de folículos palpáveis ou com folículos muito pequenos, pois há maior possibilidade de serem tardias e não responderem aos protocolos (Holm *et al.*, 2015).

Buss *et al.* (2019) concluem que realizar a avaliação do trato reprodutivo e submeter as fêmeas ao protocolo de indução previamente à estação de monta podem elevar a taxa de prenhez e reduzir os custos de produção, pois garante a seleção de novilhas que realmente podem apresentar ciclicidade e estarem aptas a emprenharem. A realização de avaliação ginecológica antecedendo os protocolos de sincronização pode ter influência positiva sobre a taxa de prenhez (Mello *et al.*, 2014b).

A observação da presença do corpo lúteo é capaz de indicar a condição reprodutiva do animal, possibilitando a tomada de decisões acerca dos procedimentos de manipulação farmacológica do ciclo estral e sincronização da ovulação, objetivando a eficiência reprodutiva da fêmea (Leal, 2008). Em alguns



experimentos, como o de Garcia *et al.* (2003), a puberdade é confirmada através da ultrassonografia de corpos lúteos, que demonstra que ocorreu ovulação e posterior luteinização. Portanto, a detecção de corpo lúteo ativo nos ovários por meio da ultrassonografia é um método para diagnóstico de vacas cíclicas (Vrisman, 2017). Segundo Nogueira *et al.* (2021), a área ou volume do corpo lúteo formado determina a capacidade de produção de progesterona, sendo que os maiores corpos lúteos serão capazes de garantir maiores concentrações do hormônio circulante. De forma geral, para análise de ciclicidade e atividade ovariana, mensura-se principalmente comprimento e largura dos ovários, diâmetro do folículo dominante e presença de corpo lúteo (Souza *et al.*, 2014).

Nascimento *et al.* (2003) avaliaram ovários de fêmeas bovinas de diferentes estágios reprodutivos, observando que os ovários de novilhas pré-púberes eram menores que os ovários de fêmeas pós-púberes e, assim, concluíram que a avaliação ovariana pode ser utilizada como parâmetro funcional do órgão, devido ao fato das características ovarianas diferirem conforme o estágio reprodutivo em que o animal se encontra. Entretanto, mesmo com o auxílio da ultrassonografia, a correta interpretação e avaliação das estruturas ovarianas é complexa, pois folículos e corpo lúteo estarão continuamente se desenvolvendo ou regredindo, a depender da fase do ciclo estral em que o animal se encontra (Gasperin *et al.*, 2017). Assim, evidencia-se então a necessidade de domínio da técnica pelo profissional, a importância de se ter conhecimento sobre o manejo reprodutivo e a endocrinologia da reprodução, além de preconizar a realização de avaliações periódicas (Nogueira *et al.*, 2021).

Portanto, os estudos sobre a fisiologia reprodutiva associados à ultrassonografia garantem elevado conhecimento acerca da ciclicidade bovina, permitindo maior possibilidade de manipulação hormonal através das biotecnologias da reprodução, colaborando na indução da puberdade e sincronização da ovulação, de forma a viabilizar o aumento da taxa de prenhez e eficiência reprodutiva nos rebanhos (Mello *et al.*, 2014a).

Protocolos de indução de ciclicidade

Os avanços das biotecnologias reprodutivas tornaram possível promover a indução ou retorno à ciclicidade ovariana, através das terapias hormonais de sincronização e indução da ovulação, que estão sendo amplamente estudadas para garantir melhores resultados e eficiência reprodutiva aos rebanhos (Prata *et al.*, 2020). Nesse contexto, aumentaram-se as chances de animais jovens e animais em anestro ficarem gestantes em menor intervalo de tempo, contribuindo para a otimização do uso das fêmeas aptas para reprodução (Carrijo Júnior; Langer, 2006; Alves, 2020). Mesmo alcançando alguns requisitos necessários para se tornarem púberes, algumas novilhas não apresentam total desenvolvimento reprodutivo no início da estação de monta e, dessa forma, são elaborados e utilizados protocolos com o intuito de induzir a puberdade, para que as fêmeas estejam cíclicas na estação de monta (Lima; Souza, 2021). Fêmeas desafiadas precocemente para reprodução apresentam menor idade ao primeiro parto, possibilitando o aumento da taxa de desfrute (Mousquer *et al.*, 2013), que consiste na capacidade do rebanho de gerar excedente de produção (em arrobas ou quilo), ou seja, seu resultado indica quanto foi produzido em determinado período, demonstrando a importância do desempenho reprodutivo para o potencial produtivo e rentabilidade da propriedade (El-Memari Neto, 2019). Segundo Lemes (2017), a taxa de desfrute aumenta conforme se reduz a média de idade à primeira parição, evidenciando a importância da utilização de fêmeas precoces para melhoria dos índices zootécnicos.

Para Oliveira, Silva Júnior e Cavalcante (2018) o intuito de induzir a ciclicidade de novilhas é garantir que entrem na estação de monta cíclicas, respondam ao protocolo reprodutivo e se tornem fêmeas prenhes, contribuindo assim com a otimização do potencial reprodutivo das nulíparas. Lemes (2017) sugere que a indução de puberdade seja realizada pelo menos 40 dias antes do início da estação de monta, para que se obtenha maior eficiência reprodutiva, visto que a fertilidade aumenta gradativamente após a puberdade e são observadas maiores taxas de prenhez em fêmeas inseminadas no terceiro estro, quando comparadas às novilhas inseminadas no primeiro estro puberal. O protocolo de indução de ciclicidade consiste na administração de fármacos capazes de modular o funcionamento do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, estimular a secreção de gonadotrofinas e promover a ciclicidade ovariana, para que as fêmeas se tornem púberes antes do início do protocolo de sincronização da ovulação para IATF (Magi *et al.*, 2020). O objetivo final é aumentar a taxa de ovulação e consequentemente a taxa de prenhez dos animais (Lemes, 2017).

Como métodos auxiliares na seleção de novilhas que serão induzidas, destacam-se a avaliação de trato reprodutivo e o escore de condição corporal, pois são importantes preditores da capacidade cíclica da fêmea, podendo estimar o sucesso da resposta à indução (Dickinson *et al.*, 2019). Sendo assim, antes de submeter uma fêmea a um protocolo de indução de puberdade, sempre deve-se considerar a idade, o peso,



o escore de condição corporal e realizar a avaliação ginecológica, examinando o trato reprodutivo (Sousa, 2018).

Num protocolo farmacológico, os hormônios são administrados em sequência pré-definida visando mimetizar e antecipar a ovulação da fêmea (Silva *et al.*, 2011). A progesterona é bastante empregada nas terapias hormonais reprodutivas (Alves, 2020; Madureira *et al.*, 2020), sendo o hormônio mais utilizado para protocolo de indução, seja isoladamente ou em associação com estrógeno (Araújo *et al.*, 2018). De acordo com Lemes (2017), o intuito de adicionar o estrógeno no final da indução de puberdade é mimetizar o proestro fisiológico, visando melhorar a eficiência do protocolo. De modo geral, a progesterona e o estradiol são os principais hormônios empregados, pois são eficazes para estimular o desenvolvimento folicular necessário para a sincronização da ovulação (Carijo Júnior; Langer, 2006; Baruselli *et al.*, 2019). Porém, segundo Silva *et al.* (2018) outros hormônios também podem ser inseridos, como o GnRH, eCG, hCG e prostaglandina.

A ação da progesterona sobre a indução da puberdade é devido a sua capacidade de reduzir o número de receptores de estrógeno presentes no hipotálamo, o que atenua o “feedback” negativo do estradiol sobre a liberação de GnRH e, conseqüentemente, de LH, que possibilitará o crescimento folicular e aumento das concentrações de estrógeno pelos folículos, resultando no pleno funcionamento do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal (Sousa, 2018). Existem no mercado diversos tipos de fonte exógena de progesterona, como os dispositivos intravaginais, implante auricular, progestina oral (MGA – acetato de melengestrol) e injetável, sendo que cada profissional deve escolher o que mais se adequa ao manejo e necessidade da propriedade (Nishimura, 2018). Porém, Madureira *et al.* (2020) destacam que atualmente a progesterona é mais utilizada nas formas injetável ou dispositivo intravaginal.

Segundo Lima (2017), a progesterona injetável apresenta menor custo, maior praticidade no manejo e menor risco sanitário. O citado autor avaliou a eficácia da indução de puberdade utilizando progesterona injetável, em que a quantidade de fêmeas cíclicas aumentou de 11,4% para 63,7% após serem induzidas, indicando que o protocolo de indução de puberdade com progesterona injetável de longa ação foi eficiente em aumentar o número de novilhas cíclicas na estação reprodutiva e tendeu a aumentar a taxa de prenhez após IATF. Lemes (2017) comparou o uso de progesterona injetável e a utilização de dispositivo de progesterona de terceiro uso para a indução de puberdade, sendo que na primeira IATF obteve taxa de prenhez superior (42,74%) nos animais tratados com progesterona injetável, quando comparada com os animais submetidos ao dispositivo de terceiro uso (26,49%). Apesar do maior desempenho apresentado pelo tratamento com progesterona injetável na primeira IATF, a taxa de prenhez final foi semelhante para os dois grupos tratados, porém, ressalta-se a importância de garantir que as fêmeas se tornem gestantes antecipadamente na estação de monta, evidenciando essa grande vantagem do tratamento com progesterona injetável e sugerindo maior eficiência reprodutiva (Lemes, 2017). Já no trabalho de Sousa (2018), o dispositivo de progesterona proporcionou taxa de ciclicidade superior à progesterona injetável na indução de novilhas pré-púberes, porém, não houve diferença na taxa de prenhez após IATF. Magi *et al.* (2020) também analisaram a influência de protocolos de indução de puberdade em novilhas nelore e concluíram que as novilhas submetidas à indução apresentaram 8,3% a mais na taxa de prenhez, sendo observado o mesmo resultado de eficácia para o protocolo baseado na utilização de progesterona injetável e o protocolo com dispositivo intravaginal associado ao cipionato de estradiol, sendo que, apesar das variações, a progesterona é eficaz para indução da puberdade, independentemente da via de administração hormonal utilizada.

O experimento de Araújo *et al.* (2019) teve como objetivo avaliar a eficácia de um protocolo de indução da ciclicidade em 180 novilhas nelore pré-púberes que foram previamente avaliadas por exame ultrassonográfico, atestando ausência de corpo lúteo e inatividade reprodutiva. No dia zero (D0) do protocolo de indução, houve a inserção do dispositivo intravaginal de progesterona (4º uso) e aplicação de benzoato de estradiol, sendo que no dia 8 (D8) foi feita a retirada do dispositivo e outra administração de benzoato de estradiol (Araújo *et al.*, 2019). Conforme relatado por Araújo *et al.* (2019), 12 dias após a retirada do dispositivo (D20), realizou-se o exame de ultrassonografia para avaliar a ciclicidade, sendo observado como resultado 82,22% de taxa de ovulação, sugerindo que o protocolo foi eficaz em antecipar a puberdade e ovulação das novilhas, tornando essas fêmeas cíclicas e aptas à inseminação na estação de monta. Em seu experimento, Lima (2017) atestou que o uso da progesterona aumentou o diâmetro folicular e escore de trato reprodutivo em novilhas pré-púberes, concluindo que o protocolo de pré-sincronização com progesterona injetável aumentou a porcentagem de novilhas cíclicas. Cadima (2018) obteve em seu estudo taxa de resposta ao protocolo de indução de 73,9%, sendo observada maior taxa de prenhez após protocolo de IATF em novilhas pré-púberes induzidas do que em novilhas não induzidas.

Após a indução, segue-se o protocolo tradicional de IATF, utilizando fármacos com o objetivo final de provocar a sincronização da ovulação da fêmea, possibilitando então a inseminação artificial em



tempo fixo (Nascimento *et al.*, 2020). Considerando um protocolo com a utilização de dispositivo intravaginal de progesterona na primeira etapa, a inserção do dispositivo de progesterona concomitantemente com a administração de estradiol causa um “feedback” negativo no hipotálamo, reduz a liberação de GnRH e garante a diminuição dos níveis de LH e FSH circulantes, ocasionando a atresia dos folículos em crescimento e evitando a ovulação, o que resultará na emergência de uma nova onda folicular cerca de 3 a 4 dias após o início do tratamento, devido ao aumento subsequente de FSH (Silva *et al.*, 2011; Sousa, 2018; Madureira *et al.*, 2020). Posteriormente, a retirada do dispositivo associada à administração de prostaglandina F2 α promove a luteólise e proporciona a redução dos níveis de progesterona circulante que, em combinação com a aplicação de estradiol e eCG, permitem os pulsos de secreção de LH e crescimento final dos folículos (Silva *et al.*, 2011; Nogueira *et al.*, 2021). Segundo Maluf (2002), a ação do estrógeno na fase final do protocolo é induzir um “feedback” positivo sobre a produção e liberação de GnRH no hipotálamo que, em associação à redução da concentração de progesterona, garantirá o pico de LH necessário para a fêmea ovular. Assim, a ovulação do folículo dominante será dependente da retirada da fonte de progesterona, juntamente com a administração de um hormônio indutor da ovulação (D’Avila *et al.*, 2019).

Em trabalho realizado por Prata *et al.* (2020), objetivou-se analisar a expressão de cio em novilhas e vacas submetidas à protocolos de sincronização com diferentes tempos de exposição à progesterona (7 dias e 9 dias), em que observaram que a expressão de cio foi reduzida no grupo de vacas que receberam 7 dias de progesterona. No entanto, todas as nulíparas demonstraram cio, independentemente da duração do protocolo, devido ao fato de terem sido previamente induzidas, o que sugere a importância da indução de ciclicidade, visando garantir o maior número possível de novilhas cíclicas no início do protocolo de IATF e resultados satisfatórios na taxa de prenhez (Prata *et al.*, 2020).

O experimento de Nascimento *et al.* (2020) avaliou a eficiência da indução de puberdade em 92 novilhas de corte com idade entre 18 e 24 meses e com ausência de corpo lúteo atestada por avaliação ultrassonográfica. No dia zero (D0) do protocolo de indução foi aplicada progesterona injetável e, após 12 dias (D12), administraram cipionato de estradiol, sendo que no D24 as fêmeas foram avaliadas e 47,83% (44/92) responderam à indução (presença de corpo lúteo) e foram expostas ao protocolo de IATF tradicional de 3 manejos, com obtenção de 80,95% de taxa de prenhez no primeiro diagnóstico de gestação (Nascimento *et al.*, 2020). Buss *et al.* (2019) avaliaram a eficiência da progesterona injetável, administrada de forma isolada ou associada ao cipionato de estradiol para indução de ciclicidade em novilhas taurinas mediante sucesso de prenhez apresentado à IATF. Os autores relataram que não houve diferenças significativas, concluindo que os dois tratamentos foram eficazes e promoveram a evolução, com taxas de prenhez semelhantes, sendo 51,5% para as novilhas tratadas apenas com a progesterona injetável e 50,3% para os animais submetidos à associação entre progesterona injetável e estradiol (Buss *et al.*, 2019).

O trabalho de Lima e Souza (2021) teve como objetivo avaliar 259 novilhas, entre 11 e 13 meses de idade, analisando quais estariam com sistema reprodutor desenvolvido e que poderiam ser inseridas na reprodução, sendo que no primeiro exame foi constatado que 184 fêmeas ainda não estavam aptas. Assim, foi realizado protocolo de indução de puberdade nas novilhas que não apresentaram trato reprodutivo desenvolvido, com a finalidade de avaliar a eficiência da indução, ocasionar a maturidade sexual e ainda conseguir inserir essas fêmeas na estação de monta, sendo que no dia zero (D0) as novilhas foram protocoladas com dispositivo intravaginal de progesterona de quarto uso e, no 12º dia (D12), os dispositivos foram retirados e administrado-se cipionato de estradiol (Lima; Souza, 2021). Conforme relatado por Lima e Souza (2021), após 12 dias, ou seja, no 24º dia (D24) foi feito exame ginecológico através de ultrassonografia transretal, apresentando resultados satisfatórios, pois devido à indução, 79,3% (146/184) dos animais apresentaram ciclicidade e foram capacitados a participarem da estação de monta. Os autores também concluíram que, além da reutilização do dispositivo de quarto uso ter apresentado excelentes resultados, ainda proporcionou economia ao pecuarista por ter aproveitado dispositivos que seriam descartados e ter garantido a introdução de mais novilhas no protocolo reprodutivo (Lima; Souza, 2021).

Segundo Cadima (2018), a dosagem dos fármacos e o tempo de exposição aos mesmos são fatores que influenciam a eficácia das terapias hormonais. Assim, para indução de puberdade com dispositivos intravaginais, Claro Júnior *et al.* (2010) sugerem o uso de dispositivo de progesterona já utilizados, ou seja, com menores quantidades de hormônio, visto que em seu experimento as novilhas induzidas com dispositivo intravaginal de quarto uso apresentaram maior diâmetro folicular, maior taxa de detecção de estro e concepção, quando comparadas às fêmeas tratadas com dispositivo de primeiro uso. Altas concentrações de progesterona não são benéficas para a indução, pois podem suprimir a pulsatilidade de LH, prejudicando então o desenvolvimento folicular e a ovulação (Lima, 2017; Silva *et al.*, 2018).

Em relação ao intervalo entre o protocolo de indução e o protocolo de sincronização para IATF, o estudo de Bertão *et al.* (2019) demonstrou que o intervalo igual ou superior a 30 dias entre o início da



indução e a inseminação proporcionou melhora no escore de trato reprodutivo (ETR) e maior taxa de prenhez à IATF (58,20%), em comparação aos animais submetidos à IATF no máximo 30 dias após indução (49,43%). Rodrigues *et al.* (2014) concluíram que iniciar o protocolo de IATF 12 dias após o final da indução de puberdade garante o aumento da taxa de prenhez em novilhas, tendo uma média de 32 dias entre o início do protocolo de indução e o momento da inseminação artificial.

Portanto, os protocolos de indução de puberdade são capazes de antecipar a ciclicidade em animais pré-púberes, auxiliando na garantia de maior número de novilhas cíclicas no primeiro dia da sincronização da ovulação para IATF, objetivando a maior taxa de prenhez na estação reprodutiva (Araújo *et al.*, 2019). O trabalho de Cadima (2018) demonstrou que novilhas previamente induzidas podem ser inseridas à reprodução e necessitam, em média, de menor número de inseminações para se tornarem gestantes, sendo uma grande vantagem do ponto de vista econômico. Lemes (2017) salienta que a capacidade de um animal responder ao protocolo de indução também é uma seleção indireta para precocidade sexual, visto que a resposta está relacionada à idade esperada em que o animal apresentaria a primeira ovulação de forma espontânea e, em novilhas do mesmo grupo contemporâneo, essa resposta é determinada principalmente por fator genético. Adicionalmente, é importante considerar que a indução hormonal da ciclicidade é mais eficaz em novilhas que já estão próximas da ocorrência espontânea e fisiológica da puberdade, portanto, existem limites de idade antes dos quais não é possível induzir a primeira ovulação de forma satisfatória (Day; Nogueira, 2013).

Considerações finais

A indução de puberdade juntamente com seleção genética consiste em uma estratégia efetiva para redução da idade ao primeiro parto (IPP), que é um dos principais desafios da pecuária de corte nacional. Constantes estudos e avaliações utilizando ferramentas como a ultrassonografia, são necessários para otimizar a técnica e garantir que as novilhas apresentem melhores índices reprodutivos na estação de monta, visto que a fertilidade e precocidade sexual são primordiais para a eficiência reprodutiva e progresso genético de um rebanho.

Referências

- Abreu MSA, Silva LS, Gottschall CS.** Resposta reprodutiva e custo por prenhez em função do escore de condição corporal de novilhas ao acasalamento. *Revista de Iniciação Científica da ULBRA*, v.1, n.16, 2018.
- Alves VRF.** Efeitos da indução de ciclicidade e do escore de útero e ovários na taxa de concepção de novilhas de corte. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, p.22, 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação).
- Andersen KJ, LeFever DG, Brinks JS, Odde KG.** The use of reproductive tract scoring in beef heifers. *Agri-Practice*, v.12, p.19–26, 1991.
- Andrade WBF.** Associação genética de características de qualidade de carne e precocidade sexual em animais Nelore (*Bos indicus*). Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, p.28, 2015. Dissertação (Mestrado).
- Araújo ACC, Nonato MS, Bezerra ARA, Murta DCRX, Murta DVF, Santos JML, Souza RB, Carneiro JAM.** Efeito indução da ovulação em novilhas com protocolo de ciclicidade. *Braz J Develop*, v.5, n.11, p.24286-24290, 2019.
- Araújo ACR, Sales AFF, Ferreira JPV, Neves Neto JT.** Indução à puberdade em novilhas. In: III Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar & I Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar, 2018, Mineiros. Resumos ... Mineiros: 2018. Disponível em: <https://publicacoes.unifimes.edu.br/index.php/coloquio/article/view/502>. Acesso em: 22 jul. 2021.
- Ayres H, Ferreira RM, Torres-Júnior JRS, Demétrio CGB, Sá Filho MF, Gimenes LU, Penteadó L, D'Occhio MJ, Baruselli PS.** Inferences of body energy reserves on conception rate of suckled Zebu beef cows subjected to timed artificial insemination followed by natural mating. *Theriogenology*, v.82, n.4, p.529-36, 2014.
- Baruselli PS, Catussi BL, Abreu LA, Elliff FM, Silva LG, Batista ES, Crepald GA.** Evolução e perspectivas da inseminação artificial em bovinos. *Rev Bras Reprod Anim*, v.43, n.2, p.308-314, 2019.
- Bertão CL, Colombo JF, Machado Filho EF, Baioco AP, Siqueira HR, Brondani LR, Giudice JB, Vallejo NR, Schmidt CH, Bortoluzzi FP, Martini AP, Pessoa GA.** Tempo entre indução da ciclicidade e o início do protocolo de IATF influencia a taxa de concepção em novilhas de corte. *Rev Bras Reprod Anim*, v.43, n.2, p.381, 2019. (Resumo).
- Bitencourt MF.** Idade e época de parição na eficiência de vacas de corte e seus bezerros. Pelotas:



Universidade Federal de Pelotas, p.46, 2018. Dissertação (Mestrado).

Brumatti RC, Ferraz JBS, Eler JP, Formigoni IB. Desenvolvimento de índice de seleção em gado de corte sob o enfoque de um modelo bioeconômico. *Arch de Zootec*, v.60, p.205-213, 2011.

Brunes LC, Magnabosco CU, Baldi Rey FS, Costa MFO, Lobo RB, Queiroz LCR, Silva FNO, Castro LM. Análise discriminante entre ocorrência de prenhez precoce e características de carcaça em bovinos da raça Nelore. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 27, 2017, Santos. Anais eletrônicos ... Brasília, DF: Associação Brasileira de Zootecistas, 2017. *Zootec.*, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1083683/analise-discriminante-entre-ocorrencia-de-prenhez-precoce-e-caracteristicas-de-carcaca-em-bovinos-da-raca-nelore>. Acesso em: 09 jul. 2021.

Buss V, Herculani CZ, Fernandes MS, Silveira GJM, Machado EF, Colombo JF, Guerreiro BM, Freitas BG, Leivas FG, Brum DS, Martini AP, Pessoa GA. Uso da progesterona injetável associada ou não ao cipionato de estradiol na indução da ciclicidade em novilhas taurinas. *Rev Bras Reprod Anim*, v.43, n.2, p.382,2019. (Resumo).

Cadima GP. Efeito da indução de puberdade em novilhas nelore no desempenho reprodutivo na estação de monta. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, p.18, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação).

Cardoso D, Nogueira GP. Mecanismos neuroendócrinos envolvidos na puberdade de novilhas. *Arq Ciênc Vet Zool UNIPAR*, v.10, n.1, p.59-67, 2007.

Carneiro Júnior JM. Melhoramento genético animal. In: Gonçalves RC, Oliveira LC. Embrapa Acre: ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável do Sudoeste da Amazônia. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2009. cap.11, p.197-208. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/661597/embrapa-acre-ciencia-e-tecnologia-para-o-desenvolvimento-sustentavel-do-sudoeste-da-amazonia>. Acesso em: 11 jul. 2021.

Carrizo Júnior OA, Langer J. Avaliação de protocolo de inseminação artificial em tempo fixo utilizando eCG em vacas Nelore puras e paridas. *Rev Electrón Vet*, v.7, n.2, 2006.

Carvalho VS. Avaliação morfométrica do aparelho reprodutor de novilhas pertencentes a três grupos raciais. Brasília: Universidade de Brasília, p.46, 2017. Dissertação (Mestrado).

Castro FC, Fernandes H, Leal CLV. Sistemas de manejo para maximização da eficiência reprodutiva em bovinos de corte nos trópicos. *Vet Zootec*, v.25, n.1, p.41-61, 2018.

Chilliard Y, Delavaud C, Bonnet M. Leptin expression in ruminants: Nutritional and physiological regulations in relation with energy metabolism. *Domest Anim Endocrinol*, v.29, p.2-22, 2005.

Claro Júnior I, Sá Filho OG, Peres RFG, Aono FHS, Day ML, Vasconcelos JLM. Reproductive performance of prepubertal *Bos indicus* heifers after progesterone-based treatments. *Theriogenology*, v.74, n.6, p.903-911, 2010.

Day ML, Nogueira GP. Management of age at puberty in beef heifers to optimize efficiency of beef production. *Anim Front*, v.3, p.6-11, 2013.

D'Avila CA, Moraes FP, Lucia Jr T, Gasperin BG. Hormônios utilizados na indução da ovulação em bovinos – Artigo de revisão. *Rev Bras Reprod Anim*, v.43, n.4, p.797-802, 2019.

Dickinson SE, Elmore MF, Kriese-Anderson L, Elmore JB, Walker BN, Dyce PW, Rodning SP, Biase FH. Evaluation of age, weaning weight, body condition score, and reproductive tract score in pre-selected beef heifers relative to reproductive potential. *J Anim Sci Biotechnol*, v.10, n.1, p.1-7, 2019.

El-Memari Neto AC. Como ganhar dinheiro na pecuária: os segredos da gestão descomplicada. 1º ed. Paraná: Maringá. Edição do autor, 2019.

Emerick LL, Dias JC, Gonçalves PEM, Martins JAM, Leite TG, Andrade VJ, Vale Filho VR. Aspectos relevantes sobre a puberdade em fêmeas. *Rev Bras Reprod Anim*, v.33, n.1, p.11-19, 2009.

Euclides VPB, Montagner DB. Estratégias para intensificação do sistema de produção. In: EMBRAPA. Melhoramento Genético Aplicado em Gado de Corte: Programa GenePlus - Embrapa. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013, p.49-60.

Garcia MR, Amstalden M, Morrison CD, Keisler DH, Williams GL. 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.

Gargantini G, Cundiff LV, Lunstra DD, Van Vleck LD. Genetic relationships between male and female reproductive traits in beef cattle. *Prof Anim Sci*, v.21, p.195-199, 2005.

Gasperin BG, Vieira AD, Pegoraro LMC, Oliveira CO, Ferreira CER, Predieé J. Ultrassonografia reprodutiva em fêmeas bovinas e ovinas. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2017.

Grosse HVL, Santos ES, Hartmann W. Antecipação da puberdade em novilhas Nelore. *Revista Eletrônica Biociências, Biotecnologia e Saúde*, v.13, n.28, p.98-103, 2020.



- Holm DE, Nielen M, Jorritsma R, Irons PC, Thompson PN.** Evaluation of pre-breeding reproductive tract scoring as a predictor of long term reproductive performance in beef heifers. *Prev Vet Med*, p.56- 63, 2015.
- Jaume CM, Souza CJH, Moraes JCF.** Aspectos da reprodução em gado de cria. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000. p.1-46. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 20). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/227049/aspectos-da-reproducao-em-gado-de-cria>. Acesso em: 08 jul. 2021.
- Leal LS.** Estudo morfofisiométrico de ovários e maturação ovocitária in vitro em bubalinos e bovinos nas diferentes fases da atividade reprodutiva. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, p.180, 2008. Tese (Doutorado).
- Lemes KM.** Comparação da eficiência de diferentes formulações à base de progesterona para indução da puberdade e desempenho reprodutivo em novilhas da raça Nelore. Pirassununga: Universidade de São Paulo, p.80, 2017. Tese (Doutorado).
- Lira TS, Pereira LS, Nepomuceno LL, Alexandrino E, Lopes FB, Lôbo RB, Ferreira JL.** Interação genótipo-ambiente em pesos pós-desmama de bovinos nelore criados nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará. In: *Bovinocultura: Ferramentas do melhoramento genético em prol da bovinocultura*. 1. ed. Guarujá, SP: Científica Digital, 2021, p.126-135. Disponível em: <https://www.editoracientifica.org/books/isbn/978-65-87196-87-9>. Acesso em: 13 jul. 2021.
- Lima CVS, Alves TO, Ferrarini GM, Gimenes FB, Souza EM, Gonçalves GR.** Influência do diâmetro do foliculo pré-ovulatório sobre a taxa de prenhez de vacas submetidas à IATF. *Rev UNINGÁ Review*, v.35, p.eRUR3622, 2020. Disponível em: <http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/3622>. Acesso em: 13 jul. 2021.
- Lima GLA, Souza WJ.** Utilização de implantes de progesterona de quarto uso na indução da ciclicidade de novilhas Nelore. Urutaí: Instituto Federal Goiano (IF Goiano), p.6, 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação).
- Lima RS.** Emprego de progesterona injetável de longa ação para pré-sincronização da ovulação em novilhas Nelore. Pirassununga: Universidade de São Paulo, p.87, 2017. Tese (Doutorado).
- Lôbo RB, Bezerra LAF, Faria CU, Vozzi PA, Magnabosco CU, Bergmann JAG, Oliveira HN, Castro LM, Pereira ASC, Aguiar I, Baldi F.** Sumário de Touros das Raças Nelore, Guzerá, Brahman e Tabapuã: Edição Maio de 2021. Ribeirão Preto: ANCP, 2021. p.92 Disponível em: <https://www.ancp.org.br/sumarios/sumario-de-touros-das-racas-nelore-guzera-brahman-e-tabapua-maio-de-2021/>. Acesso em: 22 jun 2021.
- Madureira G, Motta JCL, Drum JN, Consentini CEC, Prata AB, Monteiro Júnior PLJ, Melo LF, Alvarenga AB, Wiltbank MC, Sartori R.** Progesterone-based timed AI protocols for *Bos indicus* cattle I: evaluation of ovarian function. *Theriogenology*, v.145, p.126-137, 2020.
- Magi LHR, Damião IL, Moraes MCF, Silva RAB, Polizelle SR, Frias DFR.** Efeito de diferentes métodos de indução à puberdade sobre a resposta reprodutiva em novilhas nelore. *Nativa*, v.8, n.5, p.658-662, 2020.
- Maluf DZ.** Avaliação da reutilização de implantes contendo progestágenos para controle farmacológico do ciclo estral e ovulação em vacas de corte. Piracicaba: Universidade de São Paulo, p.46, 2002. Dissertação (Mestrado).
- Marson EP, Ferraz JBS.** Fatores genéticos relacionados à idade à puberdade em novilhas de corte. *Beef Point*. 2001. Disponível em: <https://www.beefpoint.com.br/fatores-geneticos-relacionados-a-idade-a-puberdade-em-novilhas-de-corte-4754/>. Acesso em: 30 mai. 2021.
- Mello RRC, Ferreira JE, Mello MRB, Palhano HB.** Aspectos da dinâmica folicular em bovinos. *ACSA*, v.10, n.4, p.01-06, 2014a.
- Mello RRC, Mello MRB, Abidu-Figueiredo M, Scherer PO, Palhano HB.** Morphologic aspects of the genital tract from Nelore cows undergoing gynecological screening to insertion in the fixed-time artificial insemination (TAI) program. *J Morphol Sci*, v.312, p.118-122, 2014b.
- Moraes GF.** Compreensões acerca da avaliação genética de bovinos de corte no Brasil. In: *Bovinocultura: Ferramentas do melhoramento genético em prol da bovinocultura*. 1. ed. Guarujá, SP: Científica Digital, 2021, p.25-34. Disponível em: <https://www.editoracientifica.org/books/isbn/978-65-87196-87-9>. Acesso em: 11 jul. 2021.
- Moraes JCF, Jaume CM, Souza CJH.** Bovinos: condição corporal e controle da fertilidade. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2006. 54p. (Embrapa Pecuária Sul). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/228455/bovinos-condicao-corporal-e-controle-da-fertilidade#:~:text=Resumo%3A%20Este%20livro%20resgata%20e,20%20experimentos%20que%20inclu%C3%ADram%20diversos>. Acesso em: 08 jul. 2021.
- Mousquer CJ, Araújo CV, Araújo SI, Cotrim TS, Lôbo RB, Bezerra LAF.** Idade ao primeiro parto e



- pesos ao ano e sobreano na raça Nelore. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2013, Uberaba. Anais eletrônicos ... Uberaba: 2013. Disponível em: <http://sbmaonline.org.br/anais/x/trabalhos/pdf/6MXH.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2021.
- Nascimento TS, Maia RC, Costa LNF, Santana ALA, Santana AMS, Silva RC, Santos ESC, Barbosa LP.** Qual a eficiência da indução de puberdade e inseminação artificial em tempo fixo em novilhas de corte?. *MAGISTRA*, v.31, p.635-643, 2020.
- Nishimura TK.** Influências da condição corporal e atividade ovariana sobre a taxa de prenhez de vacas de corte suplementadas com progesterona de longa ação após a IATF. Pirassununga: Universidade de São Paulo, 72p., 2018. Dissertação (Mestrado).
- Nogueira E, Silva JCB, Nicacio AC, Mingoti GZ.** Ultrassonografia na reprodução e avaliação de carcaças em bovinos. Embrapa Pantanal - Livro científico (ALICE), Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1130567>. Acesso em: 11 jul. 2021.
- Oliveira RB, Silva Júnior BA, Cavalcante THC.** Indução de novilhas para protocolo de inseminação artificial em tempo fixo: Revisão. *PUBVET*, v.12, p.133, 2018.
- Ouverney RB, Ferrer DMV, Vasconcellos FS, Bobany DM, Leite DKVH, Martins AV.** Correlação taxa de prenhez em vacas Nelore (*Bos taurus indicus*) com baixo escore de condição corporal submetidas a IATF. In: A Subsistência da Medicina Veterinária e sua Preservação. p.84-96, Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/41449>. Acesso em: 20 jul.2021.
- Pereira MC.** Avaliação genética da reconcepção de fêmeas primíparas da raça Nelore. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, p.73, 2008. Tese (Doutorado).
- Prata AB, Madureira G, Robl AJ, Ribeiro HS, Sagae M, Elias MCV, Pimenta C, Barrios J, Hartmann D, Schneider AA, Sandoval GAF, Wiltbank MC, Sartori R.** Progesterone-based timed AI protocols for *Bos indicus* cattle III: Comparison of protocol lengths. *Theriogenology*, v.152, p.29-35, 2020.
- Reggiori MR.** Precocidade sexual, eficiência reprodutiva e desempenho produtivo de matrizes jovens Nelores e cruzadas. Campo Grande: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, p.38, 2014. Dissertação (Mestrado).
- Ribeiro Filho AL, Ferraz PA, Rodrigues AS, Bittencourt TCBSC, Loiola MVG, Chalhoub M.** Diâmetro do folículo no momento da inseminação artificial em tempo fixo e taxa de concepção em vacas Nelore. *Ciênc Anim Bras*, v.14, p.501-507, 2013.
- Rodrigues ADP, Peres RFG, Lemes AP, Martins T, Pereira MHC, Carvalho ER, Day ML, Vasconcelos JLM.** Effect of interval from induction of puberty to initiation of a timed AI protocol on pregnancy rate in Nelore heifers. *Theriogenology*, v.82, n.5, p.760-766, 2014.
- Rosa NA, Menezes GRO, Egito AA.** Recursos genéticos e estratégias de melhoramento. In: EMBRAPA. Melhoramento Genético Aplicado em Gado de Corte: Programa GenePlus - Embrapa. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013, p.11-26.
- Silva FMB, Lopes DT, Ferraz HT, Viu MAO, Ramos DGS, Saturnino KC, Fontana CAP, Silva JMA, Leso FV.** Estratégias para antecipação da puberdade em novilhas *Bos taurus indicus* pré-púberes. *PUBVET*, v.12, p.136, 2018.
- Silva PRB, Souza MA, Santos SF, Oliveira RP, Santos RM.** Regulação farmacológica do ciclo estral de bovinos. *PUBVET*, v.5, n.39, ed. 186, art. 1254, 2011.
- Sousa FFI.** Análise do comportamento de mercado do bezerro de corte desmamado dentro do ciclo pecuário. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.29, 2017. Dissertação (Mestrado).
- Sousa SRS.** Indução da ciclicidade com progesterona injetável em novilhas da raça Nelore. Teresina: Universidade Federal do Piauí, p.45, 2018. Dissertação (Mestrado).
- Souza SMP, Fontes RS, Matos LF, Quirino CR.** Avaliação morfológica das estruturas ovarianas em fêmeas bovinas zebuínas durante o ciclo estral. *PUBVET*, v.8, n.7, ed.256, art.1695, 2014.
- Vieira CV, Andrade WBF, Faria CU, Silva NAM, Lôbo RB.** Análise da eficiência dos acasalamentos otimizados na obtenção de progresso genético em um rebanho bovino da raça Nelore. *Biosci J*, v.30, p.816-822, 2014.
- Vrisman DP.** Indução da ovulação e funcionalidade do corpo lúteo em novilhas Nelore pré-púberes. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, p.48, 2017. Dissertação (Mestrado).