



Importância dos índices reprodutivos e fundamentos do programa de IATF em sistemas de cria

The importance of reproductive indexes and concepts of TAI in breeding programs

Gustavo Martins Gomes dos Santos^{*}, Katia Cristina Silva-Santos, Deborah Nakayama Yokomizo, Mariana Moreira dos Anjos, Marcelo Marcondes Seneda

¹Sheep Embryo – Centro de Biotecnologia em Reprodução Animal, Fazenda Santa Maria, Assaí – Paraná²
Laboratório de Biotecnologia de Reprodução Animal, DCV, Centro de Ciências Agrárias,
Universidade Estadual de Londrina, Paraná

Resumo

Os sistemas de cria da bovinocultura de corte do país apresentam índices reprodutivos insatisfatórios, fator limitante para uma maior lucratividade e sustentabilidade. As ineficiências reprodutivas ocorridas desde a puberdade da fêmea ao desmame podem refletir negativamente na sustentação da atividade. Uma das formas de otimizar os resultados reprodutivos e a lucratividade dos rebanhos de corte é a incorporação de programas reprodutivos. No entanto, percebe-se dificuldades em adesão da implantação de biotécnicas reprodutivas, como a inseminação artificial em tempo fixo (IATF). A falta de domínio dos índices reprodutivos da própria atividade e da falta de informação sobre a implantação da IATF são aspectos críticos. O objetivo desta revisão é reunir e apresentar informações sobre índices reprodutivos e fundamentos do programa de IATF.

Palavras-chave: Eficiência reprodutiva, índices reprodutivos, biotecnologia, bovinocultura de corte.

Abstract

The breeding systems of beef cattle farming in the country have unsatisfactory average reproductive rates, which has been limiting it in terms of greater profitability and sustainability. Reproductive inefficiencies occur from the female's puberty to weaning. The bad results of the offspring may reflect negatively on sustaining the activity. One of the ways to optimize the reproductive results and profitability of beef herds is the incorporation of reproductive programs. However, there are difficulties in adherence to the implementation of reproductive biotechniques, such as timed artificial insemination (TAI). A major concern about that is the lack of mastery of the reproductive indexes of the activity itself and the lack of information on the implementation of the TAI. Therefore, the purpose of this review is to gather and present information about reproductive rates and the fundamentals of the TAI program.

Keywords: Reproductive efficiency, reproductive indexes, biotechnology, beef cattle.

Introdução

Na bovinocultura de corte em sistemas de cria o principal produto é o bezerro, levando a eficiência reprodutiva como o fator determinante da rentabilidade do negócio (Diskin e Kenny, 2014; 2016). Logo, a eficiência reprodutiva atrelada a altos índices produtivos são requisitos fundamentais para garantir a produção sustentável e retorno econômico satisfatório para o produtor (Burns, Fordyce, Holroyd, 2010; Baruselli et al., 2018).

A eficiência reprodutiva é sustentada pela produtividade ao longo da vida da fêmea de corte, da qual, começa no início da puberdade e será ditada por eventos críticos subsequentes, incluindo idade ao primeiro parto, duração entre partos, taxa de concepção, parição e número de bezerras desmamadas ao longo de sua vida (Diskin e Kenny, 2016). As ineficiências reprodutivas ocorridas desde a puberdade da fêmea ao desmame da prole (Burns, Fordyce, Holroyd, 2010) podem refletir negativamente na sustentabilidade da atividade. A falta de compreensão desses fatos, resultam em baixo conhecimento da real situação da empresa/propriedade, levando a redução ou estagnação dos lucros e a não aderência de ferramentas eficientes que poderiam reverter a situação.



Uma das formas de otimizar os resultados reprodutivos e a lucratividade dos rebanhos de corte é a incorporação de programas reprodutivos (Baruselli et al., 2018). Potencialmente devido sua aplicabilidade e resultados favoráveis, o emprego de programas de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) vem se disseminando nos sistemas de cria (Ferreira et al., 2018). Porém, apesar de apresentar diversos pontos positivos para implantação, cativar o cliente a adotar um protocolo de IATF em sua propriedade não é tão simples.

Muitos resistem à adesão da biotécnica por acreditarem que já possuem bons resultados reprodutivos, não ter bom custo-benefício e/ou não ser tão eficiente quanto outros métodos. Porém, sabe-se que grande parte dos sistemas de cria do país apresentam índices reprodutivos insatisfatórios (Vieira, Lobato e Correia, 2005; Castro, Fernandes e Leal, 2018). Cenário que caracteriza a falta de conhecimento dos reais índices reprodutivos, por parte dos proprietários.

Estima-se que no Brasil, grande parcela de produtores não realizam a mensuração e análise dos seus dados, não tendo conhecimento dos índices produtivos e reprodutivos (Castro, Fernandes e Leal, 2018), refletindo na gestão da sua atividade e na escolha em aderir a IATF no sistema. Sendo assim, a comunicação do prestador de serviço com o cliente é fundamental para a implementação do programa de IATF, indicando os problemas presentes, através da avaliação dos índices reprodutivos, e fornecendo a orientação necessária para o produtor compreender as soluções do manejo reprodutivo com a IATF, culminando em lucro.

Relatórios sugerem que 17,8% dos produtores possuem maior preocupação com a dificuldade do procedimento, 37,3% com o trabalho / tempo envolvido e apenas a 2,1% dos produtores se preocupam com a eficácia da sincronização do estro (NAHMS, 2009). Neste cenário, percebe-se que uma das dificuldades em adesão da implantação da IATF por parte dos produtores, está ligada a falta de domínio dos índices reprodutivos da própria atividade e da falta de informações sobre como ocorre a implantação da IATF e a sua influência sobre o sistema, refletindo em maiores lucros. Portanto, o objetivo desta revisão é reunir e apresentar informações sobre índices reprodutivos e fundamentos do programa de IATF.

Eficiência reprodutiva e os índices reprodutivos

O cenário da pecuária, vem exigindo cada vez mais o planejamento, controle e gestão produtiva e empresarial da propriedade de corte (Araújo et al, 2012), no intuito de maior lucratividade e sustentabilidade do sistema. Assim, as tecnologias reprodutivas têm sido implementadas visando aumentar a eficiência reprodutiva nos rebanhos, seja identificando animais férteis ou auxiliando na melhoria da concepção no início da estação reprodutiva, influenciando no desempenho reprodutivo e na longevidade das fêmeas (Torres-Júnior et al., 2009; Summers, Rosasco, Scholljegerdes, 2019).

Para implantação de qualquer tecnologia se faz necessário o conhecimento prévio das condições acerca do sistema de produção, para então, fazer uma análise da situação e elaboração de estratégias de ação efetivas (Torres-Júnior et al., 2009; Araújo et al, 2012). Torna-se desejável a aferição do grau de eficiência do manejo das fases de produção através dos índices zootécnicos, no caso da nossa discussão, principalmente dos índices reprodutivos, dos quais, irão expressar a performance reprodutiva do rebanho sob um determinado conjunto de condições ambientais e de manejo (Campos et al, 2013).

Entre as características determinantes da eficiência reprodutiva dos bovinos de corte podemos considerar, dentre outros índices zootécnicos: a idade ao primeiro parto, intervalo entre partos (Perotto, Abrahão e Kroetz, 2006; Miranda et al, 2010), período de serviço, taxa de concepção, taxa de prenhez, taxa de natalidade, taxa de desmama e taxa de mortalidade (Campos et al, 2013).

A idade ao primeiro parto tem grande impacto econômico no sistema: quanto mais precoce for, mais rápido será o retorno do investimento até a idade reprodutiva (Miranda et al, 2010). Geralmente para seleção de um rebanho mais eficiente, objetiva-se a idade ao primeiro parto aos 24 meses. Valores não condizentes com os encontrados em rebanhos de bovinos Nelore no Brasil, onde tem sido observada a idade ao primeiro parto em torno de 36 meses (Dubon et al., 2021). Em trabalho avaliando diferentes idades ao primeiro parto López-Paredes et al. (2018) observaram que a redução da idade de primeiro parto de 3 para 2 anos levou a uma redução do custo de alimentação das novilhas de US \$ 21,24 (17,7 €), redução do custo de produção de \$ 26,52 (22,1 €) e um aumento de lucro de \$ 25,80 (21,50 €) por animal abatido por ano durante a produção de vacas ao longo da vida.

O intervalo entre partos (IEP) é um índice importante devido sua influência sobre outros índices. O IEP é composto pelos dias entre partos consecutivos de cada fêmea, ou seja, o período de gestação e de serviço (Miranda et al, 2010), sendo o ideal de 12 meses. Intervalo maiores resultam em menor retorno



sobre os custos fixos e operacionais envolvidos no rebanho de cria, devido maior período de serviço e menor taxa de natalidade e parto por vacas (Perotto, Abrahão e Kroetz, 2006). Em vacas primíparas e multíparas, o anestro pós-parto é um dos eventos que mais interferem no intervalo de partos. Outros fatores que podem interferir são o escore de condição corporal (ECC) e a força do vínculo materno entre vaca e bezerro (Diskin e Kenny, 2016).

A taxa de prenhez (TP) refere-se à relação entre o número de vacas prenhes e o total de vacas disponíveis programa reprodutivo. De forma simplista, a TP pode ser desmembrada em outras duas: taxa de serviço (TS) e taxa de concepção (TC). A TS refere-se a razão entre o número de vacas inseminadas ou cobertas e o número total de vacas disponíveis em cada inseminação ou cobertura; a TC refere-se a razão entre o número de vacas prenhes (diagnosticadas) e o de vacas inseminadas ou cobertas (Machado et al., 2008). Observa-se que propriedades com baixa eficiência possuem baixa taxa de serviço, sendo que este índice está intimamente relacionado a falta de ciclicidade (anestro) e /ou falha na detecção do estro (Caetano e Caetano Jr., 2015).

O método reprodutivo implantado no sistema de cria pode influenciar na TP do rebanho. Em avaliação de quatro diferentes estratégias reprodutivas: 1) monta natural (MN) em estação de monta de 60 dias; 2) IATF com repasse de touro; 3) IATF com ressincronização 30 dias e repasse com touro; 4) IATF com ressincronização 22 dias e repasse com touro, observou TP aos 30 dias de 3%, 40%, 40%, 39,8%; TP os 70 dias de 16,9%, 48%, 69,4% e 66,3% e TP total de 45,1%, 71,0%, 83,7%, 81,5%, para os respectivos tratamentos. Constatando que a IATF com ressincronização (30 e 22 dias) e posterior repasse com touro compreende uma das melhores estratégias dentre as avaliadas (Rubin et al., 2015). Portanto o uso da IATF comparado com a MN, representa considerável aumento de produtividade maximizando o retorno econômico para o setor (Baruselli et al., 2019).

Nas propriedades com maior nível de tecnificação costuma-se ter maior controle dos índices e conhecimento de suas métricas, conseguindo visualizar pontos de entaves no sistema e planejar melhores investimentos reprodutivos, resultando, conseqüentemente, em maiores resultados. O emprego de estação de monta com IATF em fêmeas mestiças (*Bos Indicus x Bos Taurus*) apresentam em torno de 82,99% de TP, 80,69% taxa de natalidade, 2,77% taxa de aborto; 1,42% taxa de mortalidade e 79,54% taxa de desmame (Campos et al., 2013). Com a introdução dessa tecnologia em rebanhos de corte, verifica-se além da melhora nos índices que influenciam o número de bezerros produzidos, também demonstra ganhos adicionais no peso ao desmame, por conta do melhoramento genético promovido. Fatores que não impactam apenas a fase de cria mas em toda cadeia produtiva da bovinocultura de corte (Baruselli et al., 2019).

Diversos fatores podem contribuir para a capacidade reprodutiva de um animal, portanto é fundamental identificar características ou estratégias de manejo que podem melhorar a produção de uma vaca (Summers, Rosasco, Scholljegerdes, 2019). Assim, as tecnologias reprodutivas têm sido implementadas visando aumentar a eficiência reprodutiva nos rebanhos (Torres-Júnior et al., 2009), através de pacotes e estratégias tecnológicas bem estabelecidas (Baruselli et al., 2019), influenciando no desempenho reprodutivo e na longevidade.

Inseminação artificial em tempo fixo

Para a elaboração de um eficiente programa de sincronização da ovulação, o protocolo hormonal deve combinar três princípios básicos: I) sincronização do surgimento da onda de crescimento folicular, II) controle sincrônico da fase progesterônica e III) indução sincronizada da ovulação.

Em outras palavras, os protocolos de sincronização da ovulação visam controlar o crescimento da onda folicular, regular a função do corpo luteo (CL) e induzir a ovulação em um tempo fixo, evitando a necessidade de detecção de estro para inseminação artificial (IA). Para tanto, alguns hormônios como progesterona, progestinas, PGF2 α , ésteres de estradiol, gonadotrofina coriônica equina (eCG), gonadotrofina coriônica humana (hCG) e hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) são combinados para que no final do tratamento a ovulação ocorra de forma sincronizada.

Sincronização da emergência da onda folicular

O tratamento combinado de progesterona (P4) e ésteres de estradiol em um dia aleatório do ciclo estral (Dia 0) tem sido eficaz em promover atresia folicular e o surgimento de uma nova onda folicular em tempo fixo em bovinos (Bo e Baruselli, 2014). Em vacas e novilhas *Bos taurus* cíclicas, o



progestágeno e 5 mg de estradiol-17 β ou progesterona e 1 a 2,5 mg de benzoato de estradiol (BE) resultou no surgimento de uma nova onda folicular aproximadamente 3 a 4 dias depois (Bo et al., 1995, Martinez et al., 2005). Aparentemente, as fêmeas *Bos indicus* e *Bos taurus* apresentam intervalos semelhantes para sincronização da onda folicular. A emergência da onda folicular em novilhas Brangus tratadas com dispositivo P4 intravaginal e 2 mg de BE não diferiu da emergência da onda em novilhas Angus ($3,3 \pm 0,6$ versus $4,3 \pm 0,2$ dias) (Bo et al., 2003). Tempo de emergência semelhante foi observado entre novilhas Nelore e mestiças $\frac{1}{2}$ Nelore x $\frac{1}{2}$ Angus ($3,3 \pm 0,6$ versus $3,5 \pm 0,1$ dias) (Carvalho et al., 2008). Novilhas e vacas Nelore recebendo 2,0 mg de BE e inserção de implante auricular de Norgestomet apresentaram intervalos de $2,5 \pm 0,2$ dias para a emergência de uma nova onda (Sá Filho et al., 2011). Entretanto, as doses de 2,5 e 5,0 mg de valerato de estradiol (VE) resultaram em intervalos de emergência das ondas de $4,2 \pm 0,3$ e $6,1 \pm 0,6$ dias em novilhas e $3,1 \pm 0,4$ e $4,0 \pm 0,5$ dias em vacas. O estradiol exógeno induz atresia de pequenos folículos pela diminuição da liberação do hormônio folículo estimulante (FSH), enquanto o P4 é usado para suprimir a liberação do hormônio luteinizante (LH) e inibir a atividade de grandes folículos, que são dependentes dessa gonadotrofina (Bó e Baruselli, 2014). Portanto, a aplicação de estrogênio e P4 ao mesmo tempo tem como objetivo promover atresia de todos os folículos (grandes, médios e pequenos) presentes no ovário e a emergência de uma nova onda 2 a 4 dias depois (Bó et al., 1995; Bó et al., 2003).

Outra alternativa eficiente para sincronização da emergência da onda folicular é associar P4 ao GnRH. Um estudo realizado com vacas leiteiras (*Bos taurus*) em lactação avaliou a associação de 2 mg de BE e CIDR versus 100 μ g GnRH e CIDR e revelou a emergência da onda folicular em $4,8 \pm 0,4$ e $2,0 \pm 0,2$ dias, respectivamente (Kim e Kim, 2007). Apesar da eficiência de ambas as combinações, o estrogênio tem um custo menor em comparação ao GnRH.

Controle da fase progesterônica

O uso de agentes luteolíticos é altamente eficiente para induzir a sincronização do estro em fêmeas cíclicas, conforme discutido anteriormente. No entanto, o uso desses agentes em associação com dispositivos P4 tem sido mais eficaz do que seus usos isolados. Nesse contexto, a prostaglandina F2 alfa (PGF2 α) ou seus análogos sintéticos foi proposta para aumentar a fertilidade de vacas submetidas à sincronização com CIDR-B por 8 a 9 dias associada à BE no momento da inserção do dispositivo P4 (Macmillan e Peterson, 1993). O eficiente controle da fase progesterônica foi relatado com a remoção do dispositivo P4 entre D6 e D9 (Sá Filho et al., 2010; 2011; Bó e Baruselli, 2014) e aplicação de PGF2 α realizada no momento da remoção do P4, 24 a 48h antes da remoção do P4 ou no dia 0 na inserção do dispositivo P4 (Bó et al., 2002; Macmillan e Peterson, 1993). Portanto, a administração de agentes luteolíticos como PGF2 α antes ou no final do tratamento com P4 é necessária para garantir a luteólise (Kastelic et al., 1999).

O tempo de aplicação do agente luteolítico tem sido amplamente estudado em vacas *Bos indicus*. Inicialmente, observou-se 83,3% de luteólise em vacas Nelore tratadas com 5 mg de VE entre 2 e 7 dias após o tratamento (Pinheiro et al., 1998). Portanto, devido ao alto percentual de indução de luteólise com VE na dose citada, não é necessário o uso de PGF2 α em protocolos de progestina (Kastelic et al., 1999). Foram investigados os efeitos da indução da luteólise (dinoprost trometamina) simultânea ou 48 horas antes da remoção do dispositivo P4. Neste estudo, foi observada maior concentração de P4 ($4,58 \pm 0,21$ ng / ml) em vacas tratadas simultaneamente à retirada do dispositivo P4 em comparação com aquelas tratadas 48 horas antes ($3,05 \pm 0,21$ ng / ml) (Peres et al., 2009). Além disso, vacas com luteólise precoce melhoraram a taxa de ovulação (77,0% versus 85,4%) e aumentaram a taxa de prenhez em ~ 16%.

Em resumo, para obter maior eficiência nos protocolos de IATF, a adição de PGF2 α 2 a 3 dias antes ou no final do tratamento com P4 é necessária para induzir a luteólise. Esta estratégia minimiza a fase de pró-estro (baixo P4 e alto estradiol) e um ciclo estral normal, preparando melhor o útero para a gestação ou permitindo a posterior ovulação.

Indução de ovulação sincronizada

Para reduzir a dispersão da ovulação e melhorar a taxa de ovulação, foi proposto o uso de indutores de ovulação em associação com o tratamento P4. Além do efeito na emergência da onda, o uso de ésteres de estradiol (BE ou cipionato de estradiol - CE) ao final do tratamento com P4 induz a ovulação entre 72 e 84 horas após a remoção do P4 em 75% das vacas (Bo et al., 1995; Morotti et al.,



2013a; Morotti et al., 2013b). O uso de drogas para induzir a ovulação estimula um pico endógeno de LH. Para este propósito, ésteres de estradiol (estradiol-17 β -, BE e CE), análogos de GnRH, hCG e LH têm sido indicados. Os ésteres de estradiol são considerados indutores indiretos e diretos de GnRH e LH. De acordo com o custo-benefício, o hormônio mais utilizado para indução da ovulação em bovinos *Bos indicus* é o BE 24h após a retirada do P4 (1 mg) ou CE junto com a retirada do dispositivo (0,5 mg - em novilhas a 1 mg - em vacas) (Torres et al., 2014).

Frequentemente, a IATF é realizada 48 horas após a remoção do P4 ou aproximadamente 8 a 12 horas antes do tempo esperado para a ovulação (Hanlon et al., 1996; Baruselli et al., 2004). A fim de reduzir as atividades de manejo, foi proposta a administração de ésteres de estradiol para induzir a ovulação simultaneamente ou 24 horas após a remoção dos dispositivos P4. Resultados semelhantes àqueles com BE para indução da ovulação foram obtidos com a administração de CE (Sales et al., 2012a). Intervalos semelhantes entre a remoção do CIDR e aumento de LH ($54,6 \pm 3,4$ versus $59,3 \pm 3,5$ horas) e entre a remoção do CIDR e ovulação ($81,6 \pm 5,0$ versus $86,4 \pm 4,8$ horas) foram observados em novilhas tratadas com 0,5 mg de CE, 0 ou 24 horas após a remoção do dispositivo intravaginal (Sales et al., 2012b). A aplicação de BE ou CE para induzir a ovulação após a remoção de P4 resultou em respostas foliculares semelhantes ($P > 0,05$) (diâmetro do folículo ovulatório: 13,1 versus 13,9 mm), o intervalo da remoção do dispositivo P4 à ovulação ($70,2$ versus $68,5$ horas) e taxa de ovulação ($77,8$ contra $82,8\%$). Além disso, a prenhez por IA foi semelhante ($P > 0,22$) entre vacas tratadas com BE ($57,5\%$; 277/482) e CE ($61,8\%$; 291/471) (Sales et al., 2012b). Em outro estudo, foi observado um intervalo de 45 horas entre a injeção de 0,5 mg de CE simultaneamente à remoção do dispositivo P4 e o pico de LH (Sales et al., 2015).

Outros indutores de ovulação, tais como análogos sintéticos de GnRH, hCG ou LH podem ser usados. Porém, o uso do LH se restringe a induzir ovulação em protocolos de superovulação ovariana, devido ao seu alto custo. O mesmo fator limitante - custo - também deve ser considerado para hCG e GnRH, embora GnRH tenha sido amplamente utilizado sozinho ou em associação com CE em fêmeas que não exibiam comportamento estral (Rodrigues et al., 2019). Portanto, só são usados quando é necessário garantir o momento da ovulação (como após a superovulação). Em protocolos convencionais de IATF, a indução da ovulação é normalmente obtida por alternativas mais baratas como o uso de estrogênios.

Estratégias para melhorar a fertilidade na IATF

O uso da IATF proporciona inseminar todos os animais tratados ao mesmo tempo e obter taxa de prenhez em torno de 40 a 60%. Rebanhos bem manejados com nutrição, saúde, qualidade de sêmen e equipe bem treinada resultam nas melhores taxas reprodutivas. Apesar dos bons resultados obtidos com o IATF, foram relatadas reduções em torno de 15 a 20% na taxa de concepção de bovinos *Bos indicus* com alta taxa de anestro (Fernandes et al., 2001).

Nesse contexto, o anestro pós-parto representa um dos maiores desafios para a pecuária de corte, principalmente devido ao desequilíbrio endócrino quanto à secreção adequada de LH neste período, considerado o principal fator para o anestro em bovinos *Bos indicus* (Baruselli et al., 2004). As vacas no pós-parto podem passar por um período de anestro prolongado, durante o qual não apresentam sinais comportamentais de estro, o que é crucial quando a reprodução depende de acasalamento. No entanto, mesmo recebendo protocolo hormonal para IATF, a fertilidade pode ser afetada se os ajustes hormonais ou práticas de manejo não forem realizados adequadamente.

A administração de eCG e a remoção temporária do bezerro (RTB) são estratégias realizadas para fornecer suporte de gonadotrofina adequado para o crescimento e indução da ovulação do folículo dominante em fêmeas submetidas a IATF (Yavas e Walton, 2000). Práticas como essa têm sido associadas a protocolos de IATF e melhoram a fertilidade no pós-parto porque o suporte de gonadotrofina proporciona um aumento na atividade folicular (Barreiros et al., 2014).

O eCG é um hormônio glicoproteico produzido pelo córion de éguas prenhes, com ampla aplicação em protocolos de IATF, pois possui bioatividade mista (cerca de 2/3 FSH e 1/3 LH) (Murphy e Martinuk, 1991; Soumano et al., 1996). Pode ser usado ao final do protocolo hormonal para fornecer auxílio gonadotrópico adequado para o crescimento do folículo dominante, principalmente em vacas e novilhas acíclicas (Barreiros et al., 2014).

O efeito da RTB ou a administração de eCG na taxa de concepção de IATF foi testado. Inicialmente, foram observadas taxas de concepção semelhantes após IATF entre vacas Nelore em



lactação e cíclicas submetidas ou não ao RTB (50,5% versus 53,5%; $P > 0,05$). Porém, houve um aumento de 22% nas taxas de concepção de vacas *Bos indicus* com alta taxa de anestro após o mesmo tratamento (Ereno et al., 2007). Além disso, após os programas de IATF, as fêmeas que não se tornam gestantes podem apresentar ciclicidade induzida por tratamento hormonal e podem resultar em taxas de gestação em torno de 60 a 65% nos primeiros 45 dias da estação reprodutiva (Baruselli et al., 2004). Portanto, a administração de eCG em vacas acíclicas tem sido recomendada para fornecer taxas de prenhez em torno de 50%, semelhantes às observadas em vacas cíclicas (Kastelic et al., 1999; Baruselli et al., 2004).

As interações entre o escore de condições corporais (ECC) e o período pós-parto também podem influenciar as taxas de concepção de IATF. Recomenda-se a administração de eCG em vacas entre 30 a 60 dias pós-parto, independente do ECC (2 a 3,5). O uso de eCG tem sido proposto em vacas com alto período pós-parto e $ECC < 3$ para obtenção de taxas de concepção em torno de 50% (Baruselli et al., 2004). O tratamento com RTB por 56 horas foi eficaz para aumentar a taxa de concepção de vacas submetidas a IATF com $ECC < 2,5$ em comparação com vacas não tratadas (48,2% versus 28,2%; $P < 0,05$) (Peña, 2007).

Alguns estudos foram conduzidos para avaliar o efeito do eCG e do RTB após a remoção do dispositivo P4 no crescimento do folículo dominante em bovinos *Bos indicus*. Estudos demonstraram aumento do diâmetro do folículo dominante e aumento da taxa de ovulação (85%) em vacas Nelore tratadas com GnRH associado a 48 horas de RTB em comparação com vacas que foram injetadas com GnRH sem RTB (51%) (Meneghetti & Vasconcelos, 2001). Um efeito comum da eCG em protocolos de IATF observado em vários estudos foi o aumento das taxas de ovulação devido a uma maior sincronização do pico de LH pré-ovulatório (Cavaliere et al., 1997; Sá Filho et al., 2006). Da mesma forma, foi relatado aumento da pulsatilidade do LH durante a RTB (Williams et al., 1996). Provavelmente, os efeitos sobre o crescimento do folículo dominante podem estar parcialmente relacionados à porcentagem de ciclicidade e ao período pós-parto no início do protocolo de IATF. Foi relatado que folículos com diâmetro máximo elevado promovem aumento linear tanto do diâmetro folicular quanto das taxas de concepção em bovinos *Bos indicus* e *Bos taurus* (Borsato, 2004; Sá Filho et al., 2010; Baruselli et al., 2018).

Considerações finais

A compreensão das particularidades dos índices reprodutivos no sistema de cria e da sua potencialização através da implantação da IATF, tende a desencadear maior interesse nos produtores em implantar e investir em planejamento, gestão e biotécnicas reprodutivas dentro do sistema de cria. A escolha do tipo de manejo e estratégia de protocolos de IATF a serem adotados em cada propriedade depende de diversos fatores, os quais devem ser avaliados conscientemente por um técnico qualificado. Estes fatores tendem a contribuir de maneira significativa na busca pela eficiência reprodutiva da espécie em questão, com impactos significativos sobre a eficiência e economia da atividade.

Referências

- Araújo HS, Sabba OJ, Lima BTM, Andrighetto C, Ruiz US. Aspectos econômicos da produção de bovinos de corte. *Pesqui. Agropecu. Trop.* v.42, 2012.
- Barreiros TR, Blaschi, W, Santos GM, Morotti F, Andrade ER, Baruselli PS, Seneda MM. D Dynamics of follicular growth and progesterone concentrations in cyclic and anestrous suckling Nelore cows (*Bos indicus*) treated with progesterone, equine chorionic gonadotropin, or temporary calf removal. *Theriogenology*, v.81, p.651-6, 2014.
- Baruselli PS, Catussi BLC, Abreu LA, Elliff FM, Silva LG, Batista ES, Crepaldi, GA. Evolução e perspectivas da inseminação artificial em bovinos. In: Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA-2019). *Rev Bras Reprod Anim*, v.43, n.2, p.308-314, 2019.
- Baruselli PS, Ferreira RM, Sá Filho MF, Bó GA. Review: Using artificial insemination v. natural service in beef herds. *Animal*, v.12, p.45-52, 2018.
- Baruselli PS, Reis EL, Marques MO, Nasser LF, Bó GA. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrous beef cattle in tropical climates. *Animal Reproduction Science*, v.82, p.479-486, 2004.
- Bo GA, Adams GP, Caccia M, Martinez M, Pierson RA, Mapletoft RJ. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestogen and estradiol in cattle. *Animal Reproduction Science*, v.39,



p.193-204, 1995.

Bo GA, Baruselli OS, Martinez MF. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Anim Reprod Sci*, v.78, p.307-26, 2003.

Bó GA, Baruselli PS. Synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in beef cattle. *Animal*, v.8, p.144-150, 2014.

Bo GA, Cutaia L, Tribulo R. Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Segunda Parte. *Taurus*, v.15, p.17-32, 2002.

Borsato EALJHE, Rubin KCP, Saut JP, Barreiros TRR, Seneda MM. Relação entre o tamanho do folículo ovulatório e taxa de concepção em novilhas *Bos taurus* X *Bos indicus* submetidas à inseminação artificial em tempo fixo. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.28, p.137-142, 2004.

Burns BM, Fordyce G, Holroyd RG. A review of factors that impact on the capacity of beef cattle females to conceive, maintain a pregnancy and wean a calf—Implications for reproductive efficiency in northern Australia. *Anim Reprod Sci*, v.122, p.1-22, 2010. Doi: 10.1016/j.anireprosci.2010.04.010.

Caetano GAO, Caetano Junior MB. Métodos de detecção de estro e falhas relacionadas. *Publicações Em Medicina Veterinária E Zootecnia*, v.9, n.8, p.381-393, 2015.

Campos AM, Leão KM, Cabral JF, Carvalho TS, Brasil RB, Garcia JC. Índices zootécnicos da fase de cria de uma propriedade de gado de corte tecnificada. *Revista Tropic: Ciências Agrárias e Biológicas*, v.7, n.1, 2013.

Carvalho, JB, Carvalho NA, Reis EL, Nichi M, Souza AH, Baruselli PS. Effect of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in *Bos indicus*, *Bos indicus* x *Bos taurus*, and *Bos taurus* heifers. *Theriogenology*, v.69, p.167-75, 2008.

Castro FC, Fernandes H, Leal CLV. Sistemas de manejo para maximização da eficiência reprodutiva em bovinos de corte nos trópicos. *Vet. e Zootec*, v.25, p.041-061, 2018.

Cavaliere J, Rubio I, Kinder J, Entwistle K, Fitzpatrick L. Synchronization of estrus and ovulation and associated endocrine changes in *Bos indicus* cows. *Theriogenology*, v.47, p.801-14, 1997.

Diskin, MG, Kenny DA. Optimising reproductive performance of beef cows and replacement heifers. *Animal*, v.8, p. 27-39, 2014. Doi: 10.1017/S175173111400086X.

Diskin, MG, Kenny DA. Managing the reproductive performance of beef cows. *Theriogenology*, v.86, p.379-387, 2016. Doi:10.1016/j.theriogenology.2016.04.052.

Dubon MAC, Pedrosa VB, Feitosa FLB, Costa RB, de Camargo GMF, Silva MR, Pinto LFB. Identification of novel candidate genes for age at first calving in Nelore cows using a SNP chip specifically developed for *Bos taurus indicus* cattle. *Theriogenology*, v.173, p.156-162, 2021. Doi: 10.1016/j.theriogenology.

Ereno RL, Barreiros TRR, Seneda MM, Baruselli OS, Pegorer MF, Barros CM. Taxa de prenhez de vacas Nelore lactantes tratadas com progesterona associada à remoção temporária de bezerros ou aplicação de gonadotrofina coriônica equina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, p.1288-1294, 2007.

Fernandes P, Teixeira AB, Crocci AJ, Barros CM. Timed artificial insemination in beef cattle using GnRH agonist, PGF2alpha and estradiol benzoate (EB). *Theriogenology*, v.55, p.1521-32, 2001.

Ferreira RM, Conti TL, Gonçalves RL, Souto LA, Sales JNS, Sá Filho MF, Elliff FM, Baruselli PS. Synchronization treatments previous to natural breeding anticipate and improve the pregnancy rate of postpartum primiparous beef cows. *Theriogenology*, v.114, p.206-211, 2018. Doi: 10.1016/j.theriogenology.2017.11.022.

Hanlon DW, Williamson NB, Wichtel JJ, Steffert IJ, Craigie AL, Pfeiffer DU. The effect of estradiol benzoate administration on estrous response and synchronized pregnancy rate in dairy heifers after treatment with exogenous progesterone. *Theriogenology*, v.45, p.775-85, 1996.

Kastelic JP, Olson WO, Martinez M, Cook RB, Mapletoft RJ. Synchronization of estrus in beef cattle with norgestomet and estradiol valerate. *Can Vet J*, v.40, p.173-8, 1999.

Kim IH, Kim UH. Comparison of the effect of estradiol benzoate plus progesterone and GnRH on the follicular wave emergence and subsequent follicular development in CIDR-treated, lactating dairy cows with follicular cysts. *Animal Reproduction Science*, v.98, p.197-203, 2007.

López-Paredes J, Pérez-Cabal MA, Jiménez-Montero JA, Alenda R. Influence of age at first calving in a continuous calving season on productive, functional, and economic performance in a Blonde d'Aquitaine beef population. *J Anim Sci*, v.96, p.4015-4027, 2018. Doi: 10.1093/jas/sky271.

Machado R, Bergamaschi MACM, Barbosa RT, Madureira EH, Alencar MM, Binelli M. Taxas de serviço, concepção e prenhez de vacas nelore tratadas com gonadotrofina coriônica humana e 17β-



- estradiol após a inseminação artificial em tempo fixo. *Braz. J. vet. Res. anim. Sci*, v.45, n.3, p.221-230, 2008.
- Macmillan KL, Peterson AJ.** Current Advances in the Manipulation of Reproductive Function in Domestic Animals A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR-B) for oestrous synchronisation, increasing pregnancy rates and the treatment of post-partum anoestrus. *Animal Reproduction Science*, v.33, p.1-25, 1993.
- Martinez MF, Kastelic JP, Bo GA, Caccia M, Mapletoft RJ.** Effects of oestradiol and some of its esters on gonadotrophin release and ovarian follicular dynamics in CIDR-treated beef cattle. *Anim Reprod Sci*, v.86, p.37-52, 2005.
- Meneghetti MVER, Vasconcelos JLM.** Efeito da remoção temporária dos bezerros nos folículos dominantes e na taxa de ovulação ao primeiro GnRH em protocolos de sincronização em vacas Nelore em anestro. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.25, p.286-288, 2001.
- Miranda ES, Cavalcante Neto CC, Santos TMC, Oliveira JAC, Montaldo YC.** Intervalo entre partos em bovinos (*Bos indicus*) da raça Nelore na Zona da Mata Alagoana. *PUBVET*, v.4, n.39, 2010.
- Morotti F, Campos JT, Oliveira RE, Seneda MM.** Ovarian follicular dynamics of Nelore (*Bos indicus*) cows subjected to a fixed-time artificial insemination protocol with injectable progesterone. *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, p.3859-3866, 2013b.
- Morotti F, Campos JT, Seneda MM.** Fixed-time artificial insemination using injectable progesterone: ovarian follicular dynamics and pregnancy rates of Nelore cows (*Bos indicus*) with and without a corpus luteum. *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, p.3867-3875, 2013a.
- Murphy BD, Martinuk SD.** Equine chorionic gonadotropin. *Endocr Rev*, v.12, p.27-44, 1991.
- NAHMS.** Parte II: referência de práticas de manejo de bezerros de corte nos Estados Unidos, 2007-08, 2009. Disponível em: [http://www.aphis.usda.gov/animal health / nahms / beefcowcalf / downloads / beef0708 / Beef0708_dr_PartII. pdf](http://www.aphis.usda.gov/animal%20health%20nahms%20beefcowcalf/downloads/beef0708/Beef0708_dr_PartII.pdf). Acesso em 26 de outubro de 2021.
- Peña DM.** Estrategias de destete temporario y tratamientos con eeg en protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) con dispositivos con progesterona en vacas cruzas cebú con cria. *Magíster en Ciencias Agropecuárias – Facultad de Ciências Agropecuárias, Universidad Nacional de Córdoba*, p.37, 2007.
- Peres RF, Claro IJr, Sa Filho OG, Nogueira GP, Vasconcelos JL.** Strategies to improve fertility in *Bos indicus* postpubertal heifers and nonlactating cows submitted to fixed-time artificial insemination. *Theriogenology*, v.72, p.681-689, 2009.
- Perotto D; Abrahão JJS, Kroetz IA.** Intervalo de partos de fêmeas bovinas Nelore, Nelore X Guzerá, Red Angus X Nelore, Marchigiana X Nelore e Simental X Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.3, p.733-741, 2006.
- Pinheiro OL, Barros CM, Figueiredo RA, Do Valle ER, Encarnação RO, Padovani CR.** Estrous behavior and the estrus-to-ovulation interval in nelore cattle (*Bos indicus* with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F2 α or norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology*, v.49, p.667-681, 1998.
- Rodrigues WB, Silva AS, Silva JCB, Anache NA, Silva KC, Cardoso CJT, Garcia, WR, Sutovsky P, Nogueira E.** Timed artificial insemination plus heat II: gonadorelin injection in cows with low estrus expression scores increased pregnancy in progesterone/estradiol-based protocol. *Animal*, v.13, p.2313-2318, 2019.
- Rubin MIB, Martini AP, Simões DF, Oliveira JAR, Trentin JM, Sá Filho MF, Baruselli OS, Pessoa GA.** Resynchronization protocols improve reproductive efficiency of suckled beef cows subjected to a breeding season during autumn-winter. In: *Proceedings of the 29th Annual Meeting of the Brazilian Embryo Technology Society (SBTE)*. *Animal Reproduction*, v.12, n.3, p.659, 2015.
- Sá Filho M, Reis E, Ayres H, Gimenes L, Peres A, Carvalho C, Carvalho J, Araújo C, Baruselli P.** Effect of oestradiol valerate or benzoate on induction of a new follicular wave emergence in *Bos indicus* cows and heifers treated with norgestomet auricular implant. *Reproduction Fertility and Development*, v.18, p.289, 2006.
- Sá Filho MF, Baldrighi JM, Sales JN, Crepaldi GA, Carvalho JB, Bó GA, Baruselli PS.** Induction of ovarian follicular wave emergence and ovulation in progestin-based timed artificial insemination protocols for *Bos indicus* cattle. *Animal reproduction science*, v.129, p.132-139, 2011.
- Sá Filho MF, Crespilho AM, Santos JE, Perry GA, Baruselli PS.** Ovarian follicle diameter at timed insemination and estrous response influence likelihood of ovulation and pregnancy after estrous synchronization with progesterone or progestin-based protocols in suckled *Bos indicus* cows. *Animal*



Reproduction Science, v.120, p.23-30, 2010.

Sales JN, Carvalho JB, Crepaldi GA, Cipriano RS, Jacomini JO, Maio JR, Souza JC, Nogueira GP, Baruselli PS. Effects of two estradiol esters (benzoate and cypionate) on the induction of synchronized ovulations in *Bos indicus* cows submitted to a timed artificial insemination protocol. *Theriogenology*, v.78, p.510-6, 2012a.

Sales JNS, Carvalho JBP, Crepaldi GA, Cipriano RS, Jacomini JO, Maio JRG, Souza JC, Nogueira GP, Baruselli PS. Effects of two estradiol esters (benzoate and cypionate) on the induction of synchronized ovulations in *Bos indicus* cows submitted to a timed artificial insemination protocol. *Theriogenology*, v.78, p.510-516, 2012b.

Sales JNS, Carvalho JBP, Crepaldi GA, Soares JG, Girotto RW, Maio JRG, Souza JC, Baruselli PS. Effect of circulating progesterone concentration during synchronization for fixed-time artificial insemination on ovulation and fertility in *Bos indicus* (Nelore) beef cows. *Theriogenology*, v.83, p.1093-1100, 2015.

Soumano K, Silversides DW, Doize F, Price CA. Follicular 3 beta-hydroxysteroid dehydrogenase and cytochromes P450 17 alpha-hydroxylase and aromatase messenger ribonucleic acids in cattle undergoing superovulation. *Biol Reprod*, v.55, p.1419-26, 1996.

Summers AF, Rosasco SL, Scholljegerdes EJ. Beef Species-Ruminant Nutrition Cactus Beef Symposium: Influence of management decisions during heifer development on enhancing reproductive success and cow longevity. *J Anim Sci*, v.97, p.1407-1414, 2019. Doi: 10.1093/jas/sky440.

Torres JR, Jr Penteadó L, Sales JN, Sa Filho MF, Ayres H, Baruselli PS. A comparison of two different esters of estradiol for the induction of ovulation in an estradiol plus progestin-based timed artificial insemination protocol for suckled *Bos indicus* beef cows. *Anim Reprod Sci*, v.151, p.9-14, 2014.

Torres-Júnior JR, Melo WO, Elias AKS, Rodrigues LS, Penteadó L, Baruselli OS. Considerações técnicas e econômicas sobre reprodução assistida em gado de corte. *Rev Bras Reprod Anim*, v.33, n.1, p.53-58, 2009.

Vieira A, Lobato JFP, Correa ES. Produtividade e eficiência de vacas nelore em pastagem de brachiaria decumbens stapf nos cerrados do Brasil central. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, p.1357-65, 2005.

Williams GL, Gazal OS, Vega GAG, Stanko RL. Mechanisms regulating suckling-mediated anovulation in the cow. *Animal Reproduction Science*, v.42, p.289-297, 1996.

Yavas Y, Walton JS. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: A review. *Theriogenology*, v.54, p.25-55, 2000.
