

Resposta do adesivo marcador do estro, inseminação artificial em tempo fixo e protocolo de GnRH em bovinos de corte na Inseminação artificial dividida

Estrus response patches, timing for artificial insemination, and GnRH protocol in Split Timed AI beef cattle

Danilo Demeterco¹ , Ryon S. Walker^{2,3} , Luiz Ernandes Kozicki⁵ , Vitor Mohad Valle^{*4} , A.K. Edwards¹ , Jake E. Anderson⁵ , Cathleen Collet Williams¹ 

¹LSU AgCenter, Louisiana, Estados Unidos da América

²McGregor Research Center, Texas, Estados Unidos da América

³Texas A & M AgriLife Research, Texas, Estados Unidos da América

⁴Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba, Paraná, Brasil

⁵Southern Cultured Creamery, Pontotoc, Mississippi, Estados Unidos da América

*Autor correspondente: vmohad@hotmail.com

Resumo

Um adesivo de detecção de estro foi usado como ferramenta para determinar o momento ideal para a inseminação artificial em tempo dividido (STAI) e a necessidade de injeção de hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) no 7º dia do protocolo CO-Sinc + CIDR sem comprometer as taxas de prenhez. As vacas eram cruzadas, multíparas e lactantes (Angus x Charolês, n=216) e foram estratificadas por idades (5,9 2.5 anos), BW (581 67kg), BCS (5,3 0,8; 1-9), intervalo entre partos (78,5 15,5 dias). O grupo de tratamento CTRL = IAT (n=67) foi inseminado após 72 h após a remoção do CIDR; já no grupo tratamento TRT= IATP (n=149) as vacas foram inseminadas 72 ou 84 h após a remoção do CIDR. Todas as fêmeas receberam GnRH (100 mcg I.M.), mais um CIDR (1,38 g de progesterone) no D0, no D7 foi realizado a retirada do CIDR, aplicação de PGF_{2α} (25 mcg I.M.) e colocação do adesivo detector de cio. Após 72 h da remoção do CIDR, uma pontuação foi atribuída ao adesivo (OS1<50% removido; OS2> 50% removido) de todas as fêmeas. As vacas do grupo CTRL receberam a segunda injeção de GnRH (100 mcg I.M.) às 72 h na IAT. Vacas do grupo TRT com OS2 não receberam GnRH. Às 84 h as vacas restantes do grupo TRT receberam um segundo OS, aquelas com OS1 receberam GnRH (100 mcg I.M.) e as vacas com OS2 não receberam GnRH. Amostras de sangue para concentração de progesterona foram coletadas nos D-11 e D-0 para determinar o percentual de vacas ciclando. Os dados foram analisados utilizando-se o Proc Genmod, tendo o tratamento e o técnico de IA como efeitos fixos, o touro como efeito aleatório e o BW, BCS, idade e IBP como covariáveis. Resultados: as taxas de gravidez da IAT foram semelhantes (P= 0,81) entre os grupos CTRL (45,6%) e TRT (44,8%). As taxas de prenhez tenderam a ser maiores (P=0,07) para vacas com OS2 (50,3%) do que para aquelas com OS1 (29,4%). No entanto, ao estender a IAT para 84 horas em vacas não responsivas, 82,0% das vacas TRT não receberam uma segunda aplicação de GnRH na IAT. Concluiu-se que os adesivos detectores de estro reduziram a porcentagem de vacas que necessitaram de GnRH na IAT sem comprometer as taxas de prenhez. Os adesivos de detecção de estro reduziram significativamente o número de vacas que receberam uma segunda injeção de GnRH na IAT.

Palavras-chave: inseminação em tempo dividido; STAI; GnRH; vaca de corte; detecção de cio.

Abstract

An estrous-detection patch was used to determine the optimum timing for STAI and the necessity of GnRH at STAI on a 7-day CO-Synch+CIDR protocol. Crossbred beef cows (n=216) were stratified into the following treatment groups: CTRL=TAI (n=67) at 72 h post CIDR removal, or TRT=STAI (n=149) at 72 or 84 h post CIDR removal. All females received GnRH (100 mcg) plus a CIDR on d0, PGF_{2α}, CIDR removal, and an Estroject estrous-detector patch on d7. At 72 h post-CIDR removal, a patch score was assigned (PS1<50% removed; PS2>50% removed) to all females. Cows in the CTRL group were administered a second GnRH (100 mcg) at 72 h TAI. Cows in the TRT group with PS2 were not administered GnRH. At 84 h, the remaining TRT group cows were given a second PS; cows with PS1 received a GnRH (100 mcg), and cows with PS2 were not administered. Results: The TAI pregnancy rates were similar (P=0.81) between the CTRL (45.6%) and TRT (44.8%) groups. Pregnancy rates tended to be higher (P=0.07) for cows with PS2 (50.3%) than for those with PS1 (29.4%). However, by extending TAI to 84 h in unresponsive cows, 82.0% of TRT cows did not receive a second injection of GnRH at TAI. It was concluded that the estrous detector patches reduced the percentage of cows that required GnRH at TAI without compromising pregnancy rates. The estrous detector patches significantly reduced the number of cows that received a second GnRH injection at TAI.

Keywords: Split-time artificial insemination; STAI; GnRH; Beef cattle; heat detector.

Recebido: 27 de janeiro de 2023. Aceito: 5 de junho de 2023. Publicado: 8 de agosto de 2023.



Este é um artigo de Acesso Aberto distribuído sob os termos da Creative Commons Attribution License, que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.

<https://revistas.ufg.br/vet/index>

1. Introdução

Nas últimas décadas, várias tecnologias de reprodução assistida (ART) foram desenvolvidas, as quais melhoram diretamente o desempenho reprodutivo de várias espécies domésticas. A inseminação artificial, foi uma das biotecnologias pioneiras na área da reprodução animal, que também contribuiu, entre outros fatores, para o melhoramento genético de animais de produção⁽¹⁾. Em 2016, tecnologias como a inseminação artificial em tempo fixo (IATF), a IA em tempo separado (STAI), a de criopreservação de sêmen e embriões, transferência de embriões e fertilização in vitro estavam disponíveis aos produtores. Essas tecnologias ajudam a maximizar o potencial de produção dos animais de produção, reduzindo o impacto ambiental^(2,3,4) e encurtando o intervalo entre as progêneses⁽⁵⁾.

Embora a IA tenha emergido como uma das biotecnologias reprodutivas mais importantes, ela apresenta algumas limitações, principalmente relacionadas ao fato de os pecuaristas de corte possuírem rebanhos em extensas áreas, onde detectar o estro e manejar animais em estro para inseminação é um desafio. Nas últimas décadas, a IA convencional melhorou significativamente com a inseminação dos animais em tempo predeterminado sem a observação do estro^(6, 7), dando origem à IATF.

Desde então, muitas tentativas de melhorar a taxa de prenhez com base na aplicação de protocolos hormonais têm sido realizadas, principalmente em fazendas produtoras de proteína animal, com dificuldades na observação do estro e da ovulação, dificultando a identificação do melhor momento para a IA. Isso causou uma redução nas taxas de prenhez por AI^(8, 9).

Devido às limitações na observação do estro na IATF em bovinos, pesquisadores têm focado no desenvolvimento de técnicas e produtos visando promover a IA no período mais próximo da ovulação para melhorar os índices reprodutivos. Dentre várias medidas aplicadas, foram desenvolvidos dispositivos (patches) para a parte superior da pelve dos animais, que auxiliam a prever o estado de estro, ao ser o animal montado por outros⁽¹⁰⁾.

Além de dispositivos destinados a detecção do estro (marcação da garupa do animal) e promover a IA apenas em animais que estariam em estro antes ou no dia marcado para a IATF, foram desenvolvidos protocolos de IATF associados à administração do hormônio liberador de gonadotropina (GnRH). O GnRH tem como objetivo promover a ovulação em animais que não apresentam estro até o momento da IATF^(11,12). Com a aplicação desses protocolos, é possível aumentar a eficiência reprodutiva. Adicionalmente a estes procedimentos, as vacas que não haviam entrado em estro foram inseminadas horas após o dia esperado da IATF para sincronizar a IATF com a ovulação⁽¹³⁾ em um processo

denominado de IA em tempo separado (STAI)^(12, 14, 15). Nos protocolos de STAI, observou-se um aumento na taxa de prenhez na IATF^(12, 16).

Nossa hipótese é que os animais em estro com um adesivo ativado não requerem uma segunda injeção de GnRH na STAI sincronizada com um protocolo de 7 dias CO-Synch + liberação controlada de droga intravaginal (CIDR) para bovinos de corte. O objetivo do estudo foi o de empregar dispositivos detectores de estro como ferramentas de manejo reprodutivo simples e econômicas para identificar animais que estiveram ou estão em estro no STAI.

2. Materiais e métodos

O Comitê Institucional de Cuidados e Uso de Animais do Centro Agrícola da Louisiana State University aprovou os protocolos de pesquisa para todos os procedimentos com animais (protocolo nº A2016-07). Este estudo foi conduzido na LSU Hill Farm Research Station (Homer, Louisiana) (32.757330, -92.933410). O uso de animais neste experimento estava de acordo com os procedimentos apropriados de manejo de animais aprovados pela National Cattlemen's Beef Association e pela Louisiana Cattlemen's Beef Association.

2.1 Desenho Experimental

O estro foi sincronizado em vacas de corte multíparas mestiças Angus (Angus e Charolês) (média \pm desvio padrão) na Hill Farm Research Station ($n = 216$, peso = 581 ± 67 kg, ECC = $5,3 \pm 0,8$, intervalo pós-parto = $78,5 \pm 15,5$ dias, idade = $5,9 \pm 2,5$ anos). Os animais foram estratificados em dois grupos de tratamento por ECC [15], e o peso foi coletado nos dias -11 e 0. Os técnicos que realizaram a IA (dois técnicos) e touros de IA (dois touros) foram pré-determinados a tratamentos baseados no ECCe peso para garantir que os tratamentos não fossem tendenciosos. Os tratamentos para vacas incluíram um protocolo de sincronização de estro de 7 dias CO-Synch + CIDR (Figura 1) (CTRL – $n = 67$) com IATF de 72 h ou um protocolo de sincronização de estro de 7 dias CO-Synch + CIDR (Figura 2) com a IA separada de 72 ou 84 h (TRT, $n = 149$). O estudo foi realizado na estação reprodutiva de 2016.

Todos os animais foram manejados em pastagens de estação fria (*Secale cereale* e *Lolium perenne*) até maio e pastagens de estação quente (*Cynodon dactylon*) até outubro, e tiveram acesso *ad libitum* à água, sal e minerais durante todo o experimento (Champion's Coice, Cargill – Minneapolis, MN). Todas as vacas receberam o protocolo CO-Synch + CIDR de 7 dias (Eazi-Breed CIDR insert, 1,38 g de progesterona; Zoetis, Madison, NJ, EUA) e incluíram uma injeção CIDR + 100 μ g (I.M.) GnRH (Cystorelin, Merial, Atenas, GA, EUA) administrada no dia 0, seguida pela remoção de CIDR e 25 mg (im) de

PGF2 α (Lutalyse, Zoetis) administrado no dia 7. Um dispositivo de detecção de estro (EstroTECT, Rockway Inc., Spring Valley, WI, EUA) foi aplicado na remoção de CIDR/injeção de PG no dia 7 para todas as vacas em ambos os grupos de tratamento. Todos os animais receberam uma pontuação de marca (tinta) (PS) de 1 (< 50% da tinta removida do dispositivo) ou 2 (\geq 50% do revestimento removido da marca) 72 h após a remoção do CIDR pelo técnico de IA. Os animais do grupo CTRL foram inseminados e administrados GnRH nesse momento. Os demais animais do grupo TRT foram separados e confinados separadamente (sem bezerras) por 12 horas. 84 h após a remoção do CIDR, os animais TRT restantes receberam um novo PS e inseminados: aqueles com PS de 1 receberam uma injeção de GnRH e aqueles com PS 2 não receberam uma segunda injeção de GnRH. Todas as vacas foram expostas a touros férteis por 14 dias após a IATF. O diagnóstico de IATF e gestação final foi realizado no d 43 e 120 d após IATF por meio de ultrassonografia transretal (Aloka SSD-500v Ultrasound®, 5 Mhz, Corometrics, Wallingford, CT, EUA).

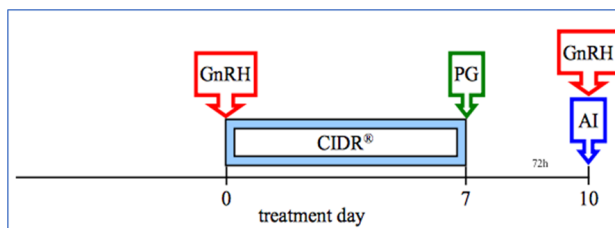


Figura 1. Protocolo de sincronização do estro de 7 dias CO-Synch + CIDR em vacas mestiças. Grupo TRT (n = 149).

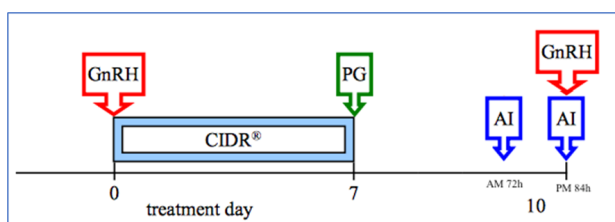


Figura 2. Diagrama do protocolo administrado ao grupo 7 dias CO-Synch + CIDR detecção de estro com dispositivos de detecção de estro e IA em tempo separado (TRT) em vacas mestiças de corte. Legenda: CIDR (inserção Eazi-Breed CIDR, 1,38 g de progesterona; Zoetis, Madison, NJ, EUA); GnRH (Cystorelin, Merial, Athens, GA, EUA) 100 μ g (im.), PGF2 α (Lutalyse, Zoetis) 25 μ g (im) e dispositivo de detecção de estro (EstroTECT, Rockway Inc., Spring Valley, WI, EUA).

O sangue foi coletado por punção venosa coccígea usando uma agulha de coleta de calibre 18 de 2,54 cm (Vacurette, Greiner Bio-One GmbH, Kremsmünster, Áustria) em tubos de soro de vidro BD Vacutainer® de 10 mL (Becton, Dickinson and Company, Franklin Lakes, NJ, EUA) para análise de progesterona plasmática. Amostras de sangue foram coletadas e colocadas em gelo

até serem centrifugadas por 15 min a 4.235g a 0 °C. O plasma foi pipetado em frascos de plástico antes do congelamento até que as amostras fossem analisadas quanto aos níveis plasmáticos de progesterona via radioimunoensaio⁽¹⁷⁾.

2.2 Análise estatística

Os efeitos do tratamento na proporção de vacas prenhes com a IATF ou nas taxas finais de prenhez foram testados usando o procedimento Proc GENMOD (SAS Institute, Cary, NC) para dados binomiais. Os efeitos fixos incluíram tratamento, técnicos de IA (2 técnicos), PS (1 = < 50% da marca removida ou 2 = \geq 50% da marca removida), grupo PPI (1 = \leq 70 d pós-parto ou 2 = > 70 d pós-parto) e ciclicidade (ciclicas se as concentrações plasmáticas de progesterona fossem \geq 1 ng/ml) e suas interações bidirecionais com o tratamento. Peso corporal, ECC, idade e dias abertos foram incluídos como covariáveis em todos os modelos, usando um nível de significância definido em $P < 0,05$. O status de ciclicidade e a porcentagem de vacas com PS 2 foram incluídos no modelo como variáveis de resposta, como efeitos fixos de tratamento. A taxa de prenhez com IATF foi calculada com a proporção de fêmeas que estavam prenhes 72 ou 84 horas após a administração de PGF2 α . A prenhez geral foi calculada como a proporção de fêmeas que estavam prenhes de IATF ou monta natural ao final da estação reprodutiva. A significância dos efeitos principais foi determinada usando o teste Qui-quadrado em $P < 0,05$, e as tendências foram avaliadas em $0,10 > P > 0,05$.

3. Resultados e discussão

O presente estudo avaliou o uso de um dispositivo de detecção de estro para determinar se a administração de GnRH durante a IATF em vacas de corte é necessária em um protocolo CO-Synch + CIDR de 7 dias com STAI. Não houve tratamento por técnico ($P = 0,78$), grupo PPI ($P = 0,15$), PS ($P = 0,28$) ou interação de ciclicidade ($P = 0,26$). Assim, as interações foram removidas de todos os modelos. As taxas de prenhez da estação reprodutiva (final) tenderam a ser diferentes ($P = 0,05$) entre os grupos CTRL e TRT para vacas (86,6% [58/67] versus 76,4% [113/148], respectivamente; Figura 3). Este estudo não detectou diferenças significativas entre as taxas de prenhez dos dois técnicos de IA (28,2% [24/85] versus 56,5% [74/131]; $p = 0,07$).

As taxas de prenhez para IATF (Figura 3) foram semelhantes ($P = 0,81$) para as vacas do grupo TRT (44,8% [68/149]), onde 82,0% [122/149] das vacas não receberam GnRH na IATF devido ao adesivo de detecção de estro (ativado), em comparação com as vacas do grupo CTRL (45,6% [30/67]), onde todas as vacas receberam GnRH à IATF. Houve uma diferença significativa ($P < 0,01$) na porcentagem de vacas com PS 2 entre os grupos

CTRL (64,2% [43/67]) versus TRT (82,0% [122/149]) (Figura 4). No entanto, as taxas de gravidez não foram afetadas por esta resposta em nenhum dos grupos. A ciclicidade não diferiu ($P = 0,14$) entre os grupos CTRL e TRT (83,1% [54/65] e 74,0% [108/146], respectivamente; Figura 5).

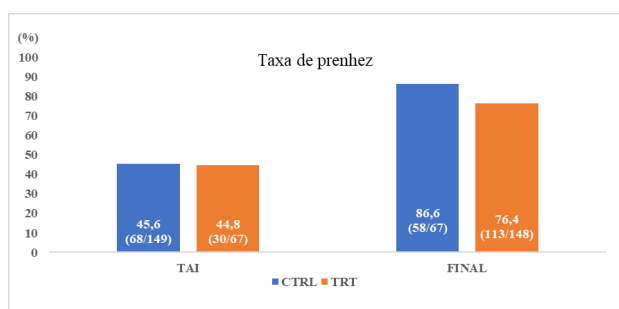


Figura 3. IATF e taxas de prenhez final em vacas mestiças de corte. Os tratamentos incluíram: protocolo de sincronização de estro CO-Synch + CIDR de 7 dias (CTRL) com IATF de 72 h ou protocolo de sincronização de estro CO-Synch + CIDR de 7 dias com STAI de 72 ou 84 h (TRT). As taxas de prenhez para IATF foram calculadas pela porcentagem de animais prenhes no dia 43 após a IATF ($P = 0,81$). As taxas de prenhez final foram determinadas pela porcentagem de animais prenhes no dia 120 após a IATF ($P = 0,05$).

As taxas de prenhez à IATF baseadas em PS tenderam a ser diferentes ($P = 0,07$) para vacas com PS 2 quando comparadas com aquelas com PS 1 (50,3% [83/165] versus 29,4% [15/51], respectivamente). No entanto, as taxas de prenhez final foram semelhantes ($P = 0,30$; 81,8% [135/165] versus 72,5% [37/51], respectivamente; Figura 6). As taxas de prenhez com IATF foram semelhantes ($P = 0,68$) entre vacas em anestro (42,9% [21/49]) em comparação com vacas ciclando (46,9% [76/162]). No entanto, a taxa de prenhez final tendeu a ser maior ($P = 0,06$) em vacas ciclando do que em anestro (84,5% [137/162] versus 67,3% [33/49], respectivamente; Figura 7).

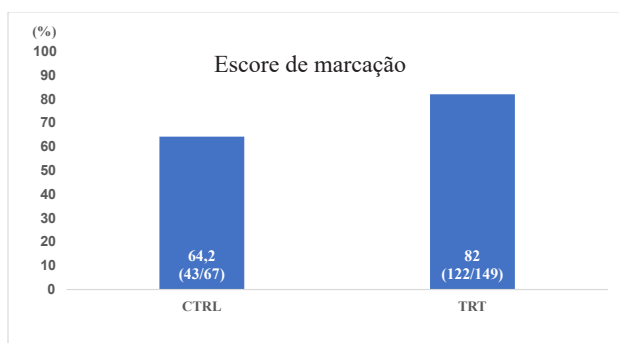


Figura 4. Porcentagem de vacas com PS 2 em cada grupo de tratamento ($P < 0,01$). Os tratamentos incluíram: protocolo de sincronização de estro CO-Synch + CIDR de 7 dias (CTRL)

com IATF de 72 h ou protocolo de sincronização de estro CO-Synch + CIDR de 7 dias com STAI de 72 ou 84 h (TRT).

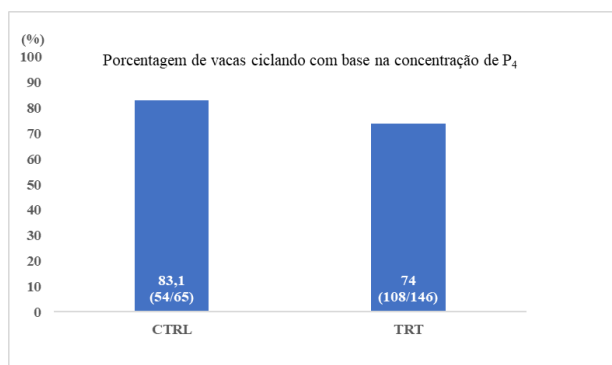


Figura 5. A porcentagem de vacas ciclando com base na concentração plasmática de progesterona dentro de cada grupo de tratamento. Os tratamentos para vacas incluíram: protocolo de sincronização de estro CO-Synch + CIDR de 7 dias (CTRL) com IATF às 72 h ou protocolo de sincronização de estro CO-Synch + CIDR de 7 dias com STAI de 72 ou 84 h (TRT). Vacas foram consideradas ciclando, quando as concentrações plasmáticas de progesterona atingissem ≥ 1 ng/ml ($P = 0,14$).

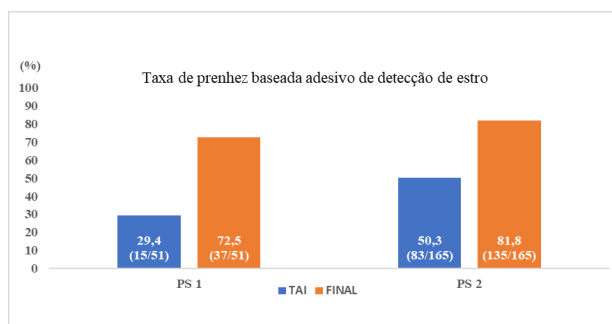


Figura 6. IATF ($P = 0,07$) e taxa final ($P = 0,30$) de prenhez baseada em PS em vacas mestiças de corte. PS foram atribuídos 1 (< 50% de filme marcador removido) ou 2 ($\geq 50\%$ de filme marcador removido).

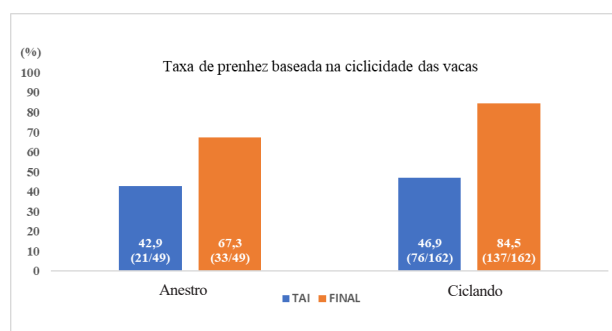


Figura 7. IATF ($P = 0,68$) e taxa de prenhez final ($P = 0,06$) em vacas com base na ciclicidade ovariana. Foram consideradas ciclando, as vacas com concentrações plasmáticas de progesterona ≥ 1 ng/ml.

Bishop et al. ⁽¹⁴⁾ relataram um aumento na resposta ao estro em vacas de corte quando a IATF foi retardada de 66 para 90 h após a administração de PGF2 α em um protocolo CO-Synch + CIDR de 7 dias.

Nesse estudo, os adesivos de EstroTECT foram aplicados na administração de PG (dia 7) com IATF retardado de 66 a 90 horas após a administração de PG de acordo com a expressão do estro, e o estro foi definido como tendo pelo menos 50% do revestimento apagado do adesivo de EstroTECT. O GnRH foi administrado de acordo com a resposta do estro (animais em estro não receberam GnRH durante a IATF). No entanto, não houve diferença nas taxas de prenhez entre os dois grupos quando inseminadas em 66 h, independentemente da administração de GnRH (57% e 58%, respectivamente). Também não houve diferença entre IATF de 66 horas com GnRH e IATF de 90 horas com GnRH (44% e 49%, respectivamente). Pereira et al. ⁽¹⁸⁾ relataram que animais em estro tinham maior probabilidade de tornarem-se prenhes na IATF do que aqueles que não apresentavam estro (38,9% e 25,5%, respectivamente). Também foi relatado que a porcentagem de perda de gestação em animais que conceberam de IATF foi menor em animais que apresentaram estro do que naqueles que não apresentaram estro (14,4% e 20,1%, respectivamente). Stegner et al. ⁽¹⁹⁾ relataram maiores taxas de prenhez para vacas inseminadas em 72 h (64%) versus aquelas em 80 h (50%) sincronizadas com o protocolo MGA-Select.

No presente estudo, não houve diferença nas taxas de prenhez com IATF entre os grupos CTRL e TRT que receberam um PS 1 ou 2 na IATF (PS-1: 33,3 [8/24] versus 25,99% [7/27]; PS-2: 51,2 [22/43] versus 50% [61/122] respectivamente), sugerindo que o GnRH pode não ter efeito benéfico na ovulação na IATF em vacas de corte que exibiram o estro à IATF. Antes da inserção do CIDR no dia 0, o status de ciclicidade do rebanho era semelhante entre os grupos CTRL e TRT (83,1 [54/65] versus 74,0% [108/146]), o que é ainda melhor do que os habituais 50% de vacas ciclando no início de cada protocolo de sincronização ⁽²⁰⁾.

As taxas de prenhez à IATF tenderam a permanecer as mesmas, em vacas que tiveram PS 2 e não receberam GnRH na IATF no grupo TRT, quando comparadas ao grupo CTRL, no qual todos os animais receberam GnRH na IATF (50,0% [61/122] versus 51,2% [22/43], respectivamente). Este resultado é consistente com os estudos existentes ^(21, 22), indicando que o GnRH não é necessário na IATF se o animal estiver em estro permanente. A taxa de perda do adesivo detector de estro foi muito baixa neste estudo (0,46%; 1 animal em 216 perdeu o adesivo). Os dados gerados neste estudo sugerem que o estado de ciclicidade tem uma grande influência nas taxas de prenhez, em comparação com a administração de GnRH na IATF. O protocolo CO-Synch ⁽²³⁾ é uma modificação do protocolo Ovsynch ⁽²⁴⁾ para reduzir o número de vezes que os animais são manipulados durante o protocolo de sincronização. A adição de uma inserção CIDR no

protocolo CO-Synch demonstrou aumentar a porcentagem de fêmeas apresentando estro dentro de um período de 84 h ⁽²⁵⁾, apoiando o objetivo de nosso estudo de inseminar em 72 e 84 h.

Vários estudos nas últimas décadas avaliaram diferentes protocolos de sincronização de estro com o objetivo de aumentar as taxas de prenhez à IATF em vacas de corte, mas não focaram na redução de custos. Segundo o National Animal Health Monitoring System (NAHMS, 2008), o custo ainda é um dos principais motivos pelos quais os produtores não utilizam essas tecnologias reprodutivas.

O estudo atual concentrou-se na avaliação de um dispositivo auxiliar de detecção de estro (adesivo EstroTECT Heat Detector), como uma ferramenta de gerenciamento reprodutivo para determinar se o GnRH é necessário na IATF. Este estudo levantou a hipótese de empregar um adesivo detector de calor para determinar a necessidade de GnRH durante a IATF e que seja um método eficaz para reduzir significativamente o número de animais reprodutores, de uma segunda injeção de GnRH durante a IATF, reduzindo assim os custos sem comprometer as taxas de prenhez ^(14, 20-22, 26, 27). Outro ponto importante nesse contexto estaria relacionado à redução do uso de hormônios nos protocolos de reprodução bovina, visando reduzir os resíduos químicos no meio ambiente, bem como obter proteína animal de modo mais natural na alimentação ⁽⁴⁾.

4. Conclusão

Concluiu-se que 82% [122/149] das vacas do grupo tratado (STAI) não receberam GnRH na IATF, e apenas 18% (27/149) dessas vacas necessitaram de GnRH na IATF, ao usar o adesivo EstroTECT e retardar a IATF para 84 h em vacas não responsivas. O uso do adesivo detector de estro reduziu o número de animais que receberam a segunda dose de GnRH na IATF.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses

Contribuições do autor

Conceituação: D. Demeterco e R. S. Walker. *Curadoria de dados:* D. Demeterco and R. S. Walker. *Análise formal:* D. Demeterco e C. C. Williams. *Investigação:* D. Demeterco e R. S. Walker. *Metodologia:* D. Demeterco, R. S. Walker e A.K. Edwards. *Gerenciamento do Projeto:* D. Demeterco e R. S. Walker. *Supervisão:* D. Demeterco, R. S. Walker e J. E. Anderson. *Visualização:* D. Demeterco. *Aquisição de financiamento:* R. S. Walker. *Recursos:* R. S. Walker. *Redação (esboço original):* D. Demeterco e R. S. Walker. *Redação (revisão e edição):* L. E. Kozicki, V. Mohad Valle e C. C. Williams

Referências

1. Foote, RH. The history of artificial insemination: Selected notes and notables. *Journal of Animal Science*. 2002; 80, 1-10. (https://doi.org/10.2527/animalsci2002.80e-suppl_21a)
2. Dick, M, Silva, MA, Dewes, H. Mitigation of environmental impacts of beef cattle production in southern Brazil – Evaluation using farm-based life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*. 2015; 87, 58–67. (<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.087>)
3. Troy, SM, Duthie, CA, Ross, DW, Hyslop, JJ, Roche, R, Waterhouse, A, Rooke, JA. A comparison of methane emissions from beef cattle measured using methane hoods with those measured using respiration chambers. *Animal Feed Science Technology*. 2016; 211, 227–240. (<https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2015.12.005>)
4. Parlasca, MC, Qaim, M. Meat consumption and sustainability. *Annual Review of Resources Economics*. 2022; 14:17-41.
5. 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. *Animal Reproduction Science*. 2010; 122(1), 1–22. (<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.04.010>)
6. Souza, AB, Segui, MS, Kozicki, LE, Weiss, RR, Bertol, MAF, Oliveira, DAM, Abreu, ACMR. Impact of Equine Chorionic Gonadotropin Associated with Temporary Weaning, Estradiol Benzoate, or Estradiol Cypionate on Timed Artificial Insemination in Primiparous Bos Indicus Cows. *Brazilian Archive of Biology and Technology*. 2016; 59. (<https://doi.org/10.1590/1678-4324-2016150389>)
7. Nebel, RL, Dransfield, MG, Jobst, SM, Bame, JH. Automated electronic systems for the detection of oestrus and timing of AI in cattle. *Animal Reproduction Science*. 2000; 60–61, 713–723. ([https://doi.org/10.1016/s0378-4320\(00\)00090-7](https://doi.org/10.1016/s0378-4320(00)00090-7))
8. Baruselli, PS, Sales, JNS, Sala, RV, Vieira, LM, Sá Filho, MF. History, evolution and perspectives of timed artificial insemination programs in Brazil. *Animal Reproduction*. 2012; 9(3), 139-152.
9. Lamb, GC, Mercadante, VRG, Henry, DD, Fontes, PLP, Dahlen, CR, Larson, JE, DiLorenzo, N. Invited Review: Advantages of current and future reproductive technologies for beef cattle production. *The Professional Animal Scientist*. 2016; 32(2), 162–171. (<https://doi.org/10.15232/pas.2015-01455>)
10. Hill, SL, Grieger, DM, Olson, KC, Jaeger, JR, Dahlen, CR, Bridges, GA, Dantas, F, Larson, JE, Muth-Spurlock, AM, Ahola, JK, Fischer, MC, Perry, GA, Larimore, EL, Steckler, TL, Whittier, WD, Currin, JF, Stevenson, JS. Using estrus-detection patches to optimally time insemination improved pregnancy risk in suckled beef cows enrolled in a fixed-time artificial insemination program. *Journal of Animal Science*. 2016; 94, 3703-3710. (<https://doi.org/10.2527/jas.2016-0469>)
11. Hill, SL, Grieger DM, Olson, KC, Jaeger, JR, Dahlen, CR, Crosswhite, MR, Negrin Pereira, N, Underdahl, SR, Neville, BW, Ahola, J, Fischer, MC, Seidel, GE, Stevenson, JS. Gonadotropin-releasing hormone increased pregnancy risk in suckled beef cows not detected in estrus and subjected to a split-time artificial insemination program. *Journal of Animal Science*. 2016; 94, 3722-3728. (<https://doi.org/10.2527/jas.2016-0582>)
12. Bishop, BE, Thomas, JM, Abel, JM, Poock, SE, Ellersieck, MR, Smith, MF, Patterson, DJ. Split-time artificial insemination in beef cattle: III. Comparing fixed-time artificial insemination to split-time artificial insemination with delayed administration of GnRH in postpartum cows. *Theriogenology*. 2017; 99, 48-52. (<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.04.046>)
13. Stevenson, JS, Hill, SL, Grieger, DM, Olson, KC, Jaeger, JR, Ahola, JK, Seidel, GE, Kasimanickam, RK. Two split-time artificial insemination programs in suckled beef cows. *Journal of Animal Science*. 2017; 95, 5105-5111. (<https://doi.org/10.4148/2378-5977.7557>)
14. Bishop, BE, Thomas, JM, Abel, JM, Poock, SE, Ellersieck, MR, Smith, MF, Patterson, DJ. Split-time artificial insemination in beef cattle: Using estrous response to determine the optimal time(s) at which to administer GnRH in beef heifers and postpartum com *Theriogenology*. 2016 86(4),1102-1110. (<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.03.043>)
15. Ketchum, JN, Bonacker, RC, Andersen, CM, Smith, EG, Stoeklein, KS, Spinka, CM, JM, Thomas, JM. Evaluation of later timepoints for split-time artificial insemination when using sex-sorted semen among beef heifers following the 14-d CIDR®-PG protocol. *Animal Reproduction Science*. 2021; 224, 106649
16. Knickmeyer, ER, Thomas, JM, Locke, JWC, Bonacker, RC, Ellersieck, MR, Poock, SE, Smith, MF, Patterson, DJ. Evaluation of split-time artificial insemination following administration of a long or short-term progesterin-based estrus synchronization protocol in beef heifers. *Theriogenology*. 2019; 133, 179–186. (<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.04.011>)
17. Abraham, GE, Swerdloff, R, Tulchinsky, D, Odell, WD. Radioimmunoassay of Plasma Progesterone. *The Journal of Clinical Endocrinol & Metabolism*. 1971; 32(5), 619–624. (<https://doi.org/10.1210/jcem-32-5-619>)
18. Pereira, MHC, Wiltbank, MC, Vasconcelos, JLM. Expression of estrus improves fertility and decreases pregnancy losses in lactating dairy cows that receive artificial insemination or embryo transfer. *Journal of Dairy Science*. 2016; 99(3), 2237–2247. (<https://doi.org/10.3168/jds.2015-9903>)
19. Stegner, JE, Bader, JF, Kojima, FN, Ellersieck, MR, Smith, MF, Patterson, DJ. Fixed-time artificial insemination of postpartum beef cows at 72 or 80 h after treatment with the MGA® Select protocol. *Theriogenology*. 2004; 61(7-8), 1299–1305. (<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2003.07.023>)
20. Lamb, GC, Larson, JE, Geary, TW, Stevenson, JS, Johnson, SK, Day, ML, Landblom, DG. Synchronization of estrus and artificial insemination in replacement beef heifers using gonadotropin-releasing hormone, prostaglandin F 2 α , and progesterone. *Journal of Animal Science*. 2006; 84(11), 3000–3009. (<https://doi.org/10.2527/jas.2006-220>)
21. Bishop, BE. Timing GnRH administration with split-time artificial insemination following administration of CIDR-based protocols to synchronize estrus and ovulation in beef heifers and cows. Master's Thesis. Retrieved from University of Missouri – Columbia. 2015. (<https://mospace.umsystem.edu/xmlui/handle/10355/48583>)
22. Walker, RS., Buttrey, B, Gurie, J, Gentry, GT. Evaluating heat detector patch response to determine gonadotropin-releasing hormone use at timed artificial insemination on pregnancy rates in beef cattle. *The Professional Animal Scientist*. 2014; 30(6), 613–619. (<https://doi.org/10.15232/pas.2014-01324>)
23. Geary, TW, Whittier, JC. Effects of timed insemination following synchronization of ovulation using the Ovsynch or CO-Synch protocol in beef cows. *The Professional Animal Scientist*. 1998; 14, 217-220. ([https://doi.org/10.15232/s1080-7446\(15\)31832-5](https://doi.org/10.15232/s1080-7446(15)31832-5))
24. Pursley, JR, Mee, MO, Wiltbank, MC. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF $_{2\alpha}$ and GnRH. *Theriogenology*. 1995; 44, 915-923. ([https://doi.org/10.1016/0093-691x\(95\)00279-h](https://doi.org/10.1016/0093-691x(95)00279-h))

25. Larson, JE, Lamb, GC, Stevenson, JS, Johnson, SK, Day, ML, Geary, TW, Kesler, DJ, DeJarnette, JM, Schrick, FN, Di-Costanzo, A, Arsenau, JD. Synchronization of estrus in suckled beef cows for detected estrus and artificial insemination and timed artificial insemination using gonadotropin-releasing hormone, prostaglandin $F_{2\alpha}$ and progesterone. *Journal of Animal Science*. 2006; 84, 332-342. (<https://doi.org/10.2527/2006.842332x>)
26. Walker, RS, Burns, PD, Whittier, JC, Sides, GE, Zalesky, DD. Evaluation of Gonadotropin-Releasing Hormone and Insemination Time Using the CO-Synch Protocol in Beef Cows. *The Professional Animal Scientist*. 2005; 21(3), 190–194. ([https://doi.org/10.15232/s1080-7446\(15\)31201-8](https://doi.org/10.15232/s1080-7446(15)31201-8))
27. Howard, JM, Falk, DG, Carnahan, KG, Dalton, JC, Chebel, RC, Ahmadzadeh, A. The Use of Gonadotropin- Releasing Hormone in a Progesterone-Based Timed Artificial Insemination Protocol in Replacement Beef Heifers. *The Professional Animal Science*. 2009; 25(6), 757–761. ([https://doi.org/10.15232/s1080-7446\(15\)30785-3](https://doi.org/10.15232/s1080-7446(15)30785-3))