

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA - ICET  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
PARA RECURSOS AMAZÔNICOS – PPGCTRA

SANDRO FERRONATTO FRANCENER

**USO DA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO E DO CRUZAMENTO  
INDUSTRIAL PARA INTENSIFICAR A ATIVIDADE PECUÁRIA NA SUB-REGIÃO  
DO MÉDIO AMAZONAS**

ITACOATIARA - AM

2023

SANDRO FERRONATTO FRANCENER

**USO DA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO E DO CRUZAMENTO  
INDUSTRIAL PARA INTENSIFICAR A ATIVIDADE PECUÁRIA NA SUB-REGIÃO  
DO MÉDIO AMAZONAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, área de concentração Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Recursos Amazônicos.

ORIENTADOR: PROF. DR. ERICO LUIS HOSHIBA TAKAHASHI  
COORIENTADOR: PROF. DR. FABRÍCIO LEONARDO ALVES RIBEIRO

ITACOATIARA - AM

2023

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

F815u Francener, Sandro Ferronato  
    Uso da inseminação artificial em tempo fixo e do cruzamento industrial para intensificar a atividade pecuária na sub-região do Médio Amazonas / Sandro Ferronato Francener . 2023  
    56 f.: il.; 31 cm.

    Orientador: Erico Luis Hoshiba Takahashi  
    Coorientador: Fabrício Leonardo Alves Ribeiro  
    Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos) - Universidade Federal do Amazonas.

    1. Sustentabilidade. 2. Índices zootécnicos. 3. Produtividade. 4. Retorno econômico. I. Takahashi, Erico Luis Hoshiba. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

**SANDRO FERRONATTO FRANCENER**

**Uso da inseminação artificial em tempo fixo e do cruzamento industrial para intensificar a atividade pecuária na sub-região do Médio Amazonas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, área de concentração Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Recursos Amazônicos.

Aprovado em 09 de março de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 ERICO LUIS HOSHIBA TAKAHASHI  
Data: 10/03/2023 11:07:39-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

**Prof. Dr. Erico Luis Hoshiba Takahashi (Presidente)**  
**Universidade Federal do Amazonas - UFAM**

Documento assinado digitalmente  
 MARCIO AQUIO HOSHIBA  
Data: 13/03/2023 17:04:57-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

**Prof. Dr. Márcio Aquio Hoshiba**  
**Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT**

Documento assinado digitalmente  
 EMILIO CESAR MARTINS PEREIRA  
Data: 17/03/2023 17:15:23-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Dr. Emilio César Martins Pereira**  
**Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT**

À minha família, local de refúgio, força e  
motivação, dedico todo meu sucesso e  
felicidade a vocês.

## AGRADECIMENTOS

À minha esposa, Eliane, por seu amor e cuidado, pelo companheirismo e por ser a mãe dedicada e amorosa de nosso filho.

Ao meu filho, José Arthur, pelo amor incondicional e alegria só pelo fato de estarmos juntos.

Aos meus pais, Alberto e Dercila, pela criação e ensinamentos que me acompanham e acompanharão por toda a vida.

À minha irmã e sua família, Sandra, Murilo, Ágatha e Heitor, pelo companheirismo, preocupação e sobrinhos queridos que alegam nossos encontros.

Aos meus sogros, Adauto e Marinalva, pelo acolhimento e respeito que sempre tiveram comigo. Também, aos meus cunhados, Henrique e Manuele, pelo convívio harmonioso e respeito mútuo.

Aos colegas e amigos, Rondon, Jaderson e Fábio, pelos dias que acordaram cedo para deslocamento até a propriedade rural. Também, por todo auxílio no planejamento e execução deste projeto, pela troca de conhecimento, aprendizado e sonho compartilhado em transformar a realidade da pecuária local.

Ao produtor rural, Edinei, pela parceria e credibilidade em nosso trabalho.

Ao meu orientador, Erico, por encarar o desafio, contribuir e acreditar na proposta deste projeto.

Ao meu coorientador, Fabrício, pela experiência e disponibilidade ao longo do trabalho.

Aos membros da banca de qualificação e defesa, que aceitaram o convite e contribuíram grandemente com o trabalho escrito.

Ao PPGCTRA e CAPES pela oportunidade de realizar um curso de mestrado no interior do estado do Amazonas.

A todos que de forma direta ou indireta participaram, incentivaram, acreditaram e/ou torceram por mim ao longo desta caminhada.

Meu muito obrigado!

*A simplicidade da vida no campo me ensinou que a felicidade não está nas coisas que possuímos, mas sim nas pessoas que amamos e nas pequenas coisas que fazemos todos os dias. Nascer na roça foi um presente que me ensinou a valorizar as coisas mais importantes da vida e a encontrar alegria na simplicidade do mundo ao meu redor.*

Autor Desconhecido

## RESUMO

Objetivou-se avaliar o uso da Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) e do cruzamento industrial na sub-região do Médio Amazonas para promover intensificação tecnológica e aumento produtivo da pecuária local. Foram realizados dois experimentos em uma propriedade particular que trabalha com bovinocultura de corte em pastejo rotacionado. Inicialmente, sessenta e oito novilhas cíclicas foram submetidas a IATF com três reprodutores, um da raça Aberdeen Angus e dois Nelore, desses um provado para fertilidade superior. As novilhas foram estratificadas em três grupos de acordo com o reprodutor utilizado: Grupo 1 – Aberdeen Angus (n=35); Grupo 2 – Nelore (n=18); e Grupo 3 – Nelore provado para fertilidade superior (n=15). As novilhas vazias foram ressincronizadas com o mesmo tratamento hormonal e inseminadas com sêmen dos reprodutores do Grupo 1 e 3, renomeados para Grupo 1R (n=19) e Grupo 3R (n=18). Tanto na sincronização quanto na ressincronização, o diagnóstico gestacional foi realizado após 45 dias da inseminação. Com o nascimento dos bezerros foi realizado um segundo experimento, selecionando-se 24 vacas primíparas e suas respectivas progênes. O experimento foi balanceado para a raça paterna e sexo dos bezerros e delineado em dois grupos: Grupo N – Bezerros nelores (n=12) e Grupo M – Bezerros mestiços (n=12). As primíparas foram avaliadas para Escore de Condição Corporal (ECC) e os bezerros para peso vivo, ao parto/nascimento, e após 60 e 150 dias. As variáveis foram submetidas aos testes estatísticos de Qui-quadrado (taxa de concepção), Kruskal-Wallis (ECC), Análise de Variância e teste de Tukey (peso dos bezerros), todos ao nível de significância de 5%. Ainda, simulou-se o retorno econômico das ferramentas aplicadas para a região, comparando-as à monta natural e a produção de bezerros puros. No primeiro experimento não foi observada diferença estatística para taxa de concepção na sincronização e ressincronização, respectivamente, 45,6% e 48,6% ( $p>0,05$ ). Na ressincronização as novilhas do Grupo 3R também apresentaram melhor resultado (61,1% vs 36,8%), porém não significativo estatisticamente ( $p>0,05$ ). No segundo experimento as primíparas apresentaram boas condições corporais com perda de escore no decorrer do estudo, ao parto apresentaram ECC de 3,8 e 4,0 chegando a 3,3 e 3,2 aos 150 dias, nos respectivos grupos N e M ( $p>0,05$ ). Os bezerros cruzados nasceram em média 8 kg mais leves (30,7 vs 38,7 kg), no entanto apresentaram maior ganho de peso diário e, conseqüentemente, maior peso vivo aos 60 e 150 dias de vida, respectivamente, 83,8 vs 72,6 e 156,7 vs 136,6 kg ( $p<0,05$ ). Quanto à simulação financeira, observou-se que a relação custo e retorno econômico mostrou-se favorável para aplicação da IATF quando comparada à monta natural, resultando em um maior reembolso com o emprego dessa biotecnologia. Já os bezerros cruzados proporcionaram uma menor receita quando comparado aos bezerros puros, motivado pela inferioridade na taxa de concepção desse grupo. No entanto, as ferramentas aplicadas apresentaram-se viáveis para promover a intensificação da pecuária de corte no Médio Amazonas com efeitos positivos na produtividade, que pode contribuir para minimizar os impactos da atividade pecuária ao ambiente amazônico.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Índices zootécnicos. Produtividade. Retorno econômico.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the use of Fixed Time Artificial Insemination (FTAI) and crossbreeding in the sub-region of the Middle Amazon to promote technological intensification and develop animal production activity. Two experiments were conducted on a private farm that works with beef cattle under rotational grazing. Initially, sixty-eight cyclic heifers were subjected to FTAI with three bulls, one of the Aberdeen Angus and two Nelore. With one Nelore proved for superior fertility. The heifers were stratified in three groups according to the bull used: Group 1 - Aberdeen Angus (n=35); Group 2 - Nelore (n=18); and Group 3 - Nelore proved for superior fertility (n=15). The empty heifers were resynchronized with the same hormonal treatment and inseminated with semen from the bulls of Groups 1 and 3, renamed as Group 1R (n=19) and Group 3R (n=18). Both in synchronization and resynchronization, pregnancy diagnosis was performed 45 days after insemination. With the birth of the calves, a second experiment was carried out, selecting 24 primiparous cows and their respective progenies. The experiment was balanced for the paternal breed and sex of the calves and designed into two groups: Group N - Nelore calves (n=12) and Group M - Crossbred calves (n=12). The primiparous cows were evaluated for body condition score (BCS) and the calves for live weight, at birth/parturition, and after 60 and 150 days. The variables were subjected to statistical tests of Chi-square (conception rate), Kruskal-Wallis (BCS), Analysis of Variance, and Tukey test (calf weight), all at the significance level of 5%. Furthermore, a financial simulation was performed comparing natural breeding and purebred calf production. In the first experiment, no statistical difference was observed for conception rate in synchronization and resynchronization, respectively, 45.6% and 48.6% ( $p>0.05$ ). In resynchronization, Group 3R heifers also showed a better result (61.1% vs 36.8%), but not statistically significant ( $p>0.05$ ). In the second experiment, primiparous cows showed good body conditions with a loss of score throughout the study, at parturition they had a BCS of 3.8 and 4.0, reaching 3.3 and 3.2 at 150 days, respectively, in groups N and M ( $p>0.05$ ). Crossbred calves were born on average 8 kg lighter (30.7 vs 38.7 kg), but showed higher daily weight gain and consequently higher live weight at 60 and 150 days of life, respectively, 83.8 vs 72.6 and 156.7 vs 136.6 kg ( $p<0.05$ ). In financial simulation was observed that the cost-return ratio was favorable for the application of FTAI when compared to natural breeding, resulting in a higher refund with the use of this biotechnology. Crossbred calves, on the other hand, provided lower revenue when compared to purebred calves, motivated by the inferiority in the conception rate of this group. But in general the FTAI applied proved to be feasible to promote the intensification of beef cattle in the Middle Amazon with positive effects on productivity, which can contribute to minimize the impacts of cattle ranching activity on the Amazon environment.

**Keywords:** Sustainability. Zootechnical indices. Productivity. economic return.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### CAPÍTULO I

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Local onde o experimento foi realizado, observa-se o curral de manejo (A), área de descanso coberta (B) e os piquetes para pastejo rotacionado (C).....      | 23 |
| Figura 2 - Descrição do protocolo hormonal utilizado no experimento. Benzoato de Estradiol (BE); Cipionato de Estradiol (CE); Gonadotrofina Coriônica Equina (eCG)..... | 24 |
| Figura 3 – Taxa de concepção de novilhas após sincronização hormonal e inseminação artificial com diferentes reprodutores .....   | 27 |
| Figura 4 - Taxa de concepção de novilhas após ressincronização hormonal e inseminação artificial diferentes reprodutores.....   | 28 |

### CAPÍTULO II

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Área onde foi realizado o experimento, contendo curral de manejo (A), cochos cobertos (B) e o total de quatro piquetes com tamanho individual aproximado de 2 ha, onde os animais permaneceram ao longo do estudo (C)..... | 36 |
| Figura 2 - Avaliação do Escore de Condição Corporal (ECC) das vacas primíparas ao parto (AP), e com 60 e 150 dias após o parto .....  | 38 |
| Figura 3 - Avaliação do Escore de Condição Corporal (ECC) das vacas primíparas de acordo com a raça paterna e do sexo do bezerro, ao parto (AP), e com 60 e 150 dias .....  | 39 |
| Figura 4 - Comparação entre o peso dos bezerros cruzados e nelore ao nascimento (PN) e peso ajustado para 60 e 150 dias de vida .....   | 40 |
| Figura 5 - Comparação entre o peso dos bezerros cruzado e nelore de acordo com o sexo, ao nascimento e peso ajustado aos 60 e 150 dias de vida .....  | 41 |

### CAPÍTULO III

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Representação dos custos da IATF para realização no município de Itacoatiara-AM ..... | 51 |
|--|----|

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO III

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Preço dos produtos e serviços utilizados na IATF para composição dos custos da sua aplicação no município de Itacoatiara/AM.....                  | 48 |
| Tabela 2 - Índices zootécnicos utilizados para simulação dos custos e benefícios da IATF ...   | 49 |
| Tabela 3 - Resumo financeiro da simulação do custo e retorno econômico entre monta natural e IATF .....  | 52 |
| Tabela 4 - Resumo financeiro da simulação do custo e benefício da IATF para produção de bezerros melhorados ou cruzados no município de Itacoatiara-AM ..... | 53 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|          |                                      |
|----------|--------------------------------------|
| ANOVA    | Análise de Variância                 |
| AP       | Ao parto                             |
| BE       | Benzoato de estradiol                |
| Ca       | Cálcio                               |
| CE       | Cipionato de estradiol               |
| D-0      | Dia zero                             |
| D-8      | Dia oito                             |
| D-10     | Dia dez                              |
| DIC      | Delineamento inteiramente ao acaso   |
| E2       | Estradiol                            |
| ECC      | Escore de condição corporal          |
| eCG      | Gonadotrofina coriônica equina       |
| FSH      | Hormônio folículo estimulante        |
| GMD      | Ganho médio diário                   |
| GnRH     | Hormônio liberador de gonadotrofina  |
| ha       | Hectare                              |
| IA       | Inseminação Artificial               |
| IATF     | Inseminação Artificial em Tempo Fixo |
| ITU      | Índice de temperatura e umidade      |
| K        | Potássio                             |
| LAd      | Latossolo Amarelo Distrófico         |
| LH       | Hormônio luteinizante                |
| Mg       | Magnésio                             |
| P        | Fósforo                              |
| P4       | Progesterona                         |
| PGF      | Prostaglandina                       |
| PN       | Peso ao nascer                       |
| UA       | Unidade Animal                       |
| $\chi^2$ | Qui-Quadrado                         |

## SUMÁRIO

|     |  |           |
|-----|--|-----------|
| 1   | APRESENTAÇÃO .....   | 12        |
| 2   | INTRODUÇÃO.....  | 13        |
| 2.1 | Caracterização da pecuária local .....   | 14        |
| 2.2 | Sustentabilidade na pecuária.....  | 15        |
| 3   | OBJETIVOS .....  | 16        |
| 3.1 | Objetivo geral.....  | 16        |
| 3.2 | Objetivos específicos.....   | 17        |
|     | REFERÊNCIAS .....  | 18        |
|     | <b>CAPÍTULO I: TAXA DE CONCEPÇÃO DE NOVILHAS SUBMETIDAS A PROTOCOLOS DE IATF COM DIFERENTES REPRODUTORES .....</b> | <b>20</b> |
| 1   | INTRODUÇÃO.....  | 21        |
| 2   | MATERIAIS E MÉTODOS .....  | 23        |
| 3   | RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 25        |
| 4   | CONCLUSÃO.....   | 29        |
|     | REFERÊNCIAS .....  | 30        |
|     | <b>CAPÍTULO II: DESEMPENHO PRODUTIVO DE BEZERROS NELORE E CRUZADOS NA FASE DE CRIA .....</b>                       | <b>34</b> |
| 1   | INTRODUÇÃO.....  | 35        |
| 2   | MATERIAIS E MÉTODOS .....  | 36        |
| 3   | RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 37        |
| 4   | CONCLUSÃO.....   | 41        |
|     | REFERÊNCIAS .....  | 43        |
|     | <b>CAPÍTULO III: CUSTO E RETORNO FINANCEIRO DA IATF E DO CRUZAMENTO INDUSTRIAL NO INTERIOR DO AMAZONAS .....</b>   | <b>46</b> |
| 1   | INTRODUÇÃO.....  | 47        |
| 2   | MATERIAIS E MÉTODOS .....  | 48        |
| 3   | RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 50        |
| 4   | CONCLUSÃO.....   | 54        |
|     | REFERÊNCIAS .....  | 55        |

## **1 APRESENTAÇÃO**

Para favorecer a leitura e compreensão desta dissertação, optou-se pela sua elaboração dividida em tópicos que representam os estágios do projeto de pesquisa realizado ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos (PPGCTRA) do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas (ICET/UFAM).

Inicialmente, faz-se uma apresentação geral da dissertação demonstrando como será a sua estrutura e os assuntos que nela serão abordados. Neste tópico pretende-se demonstrar a importância do tema para a região, justificando sua escolha e deixando claro os objetivos almejados. Ressalta-se que as informações aqui dispostas fazem referência ao estudo como um todo e podem ser retomadas com mais detalhes no decorrer do texto.

Posteriormente, dispõe-se de três capítulos em conformidade com as normas seguidas pelo PPGCTRA, onde cada capítulo contempla os seguintes tópicos: Introdução, Materiais e métodos, Resultados e discussão, Conclusão e Referências. Vale destacar que os experimentos foram realizados em uma propriedade rural, compreendendo a estação reprodutiva e a fase de cria de novilhas, por isso, os capítulos seguem a sequência cronológica da coleta e tabulação dos dados. Pelo mesmo motivo, pode existir semelhanças na escrita ao longo dos capítulos, especialmente, no tópico materiais e métodos.

O primeiro capítulo aborda os índices reprodutivos de novilhas zebuínas submetidas a protocolos hormonais para Inseminação Artificial em Tempo Fixo com sêmen de diferentes reprodutores, buscando-se evidenciar a influência do touro para o sucesso reprodutivo e das vantagens que essa biotecnologia pode proporcionar para a pecuária local.

No segundo capítulo são apresentados os dados relativos ao desempenho dos bezerros, filhos das novilhas inseminadas anteriormente com reprodutores da raça Nelore e Aberdeen Angus, comparando-se as progênes das diferentes raças como alternativas para melhorar a produtividade da pecuária local.

O terceiro capítulo faz um apanhado geral dos custos da inseminação artificial em tempo fixo e do cruzamento entre raças para determinar a viabilidade econômica dessas ferramentas para sub-região do Médio Amazonas, onde está localizado o município de Itacoatiara-AM.

Dessa forma, a presente dissertação aborda diferentes fases da pecuária de corte, com o propósito de apresentar ferramentas que comprovadamente melhoram a produtividade nas demais regiões do país, porém ainda não difundidas na pecuária local, com o intuito de

promover intensificação dessa atividade, tornando-a mais sustentável e menos impactante ao ambiente em que se encontra inserida.

## 2 INTRODUÇÃO

O crescimento constante da população mundial demanda cada vez mais a produção de alimentos para garantir a segurança alimentar aos habitantes (CASAGRANDA et al., 2021), definida pelo acesso físico, social e econômico de forma permanente a alimentos seguros, nutritivos e em quantidade suficiente para uma vida saudável (RAO, 1997).

O Brasil tem um grande potencial para contribuir substancialmente com essa produção devido seu vasto território e capacidade para aumentar a produtividade (SAATH; FACHINELLO, 2018). Tal demanda, aliada ao crescente uso da terra pela agricultura nas regiões sul, sudeste e centro-oeste, vem deslocando a pecuária bovina para a região norte do país (BARONA et al., 2010; PARENTE et al., 2019), favorecida pela especulação fundiária e pelo preço reduzido da terra nessa região (BOWMAN et al., 2012).

Nesse contexto, a produção de bovinos vem crescendo no estado do Amazonas, incentivada por pecuaristas de estados vizinhos, que migram para a região em busca da expansão da atividade ou fornecem animais de reposição aos criadores locais. A sua implantação é realizada de forma extensiva com baixo rendimento produtivo (BOWMAN et al., 2012), que é considerado o maior desafio para preservação do bioma Amazônico e deve ser superado por meio da implantação de ferramentas que proporcionam a intensificação tecnológica, associada à políticas ambientais efetivas (BYERLEE; STEVENSON; VILLORIA, 2014; STRASSBURG et al., 2014; ZU ERMGASSEN et al., 2018).

Observa-se que mais de 90% do rebanho bovino amazonense estão concentrados nas mesorregiões sul e central do estado (IBGE, 2021), sob grande influência dos estados vizinhos com tradição na exploração pecuária (CARRERO; FEARNSSIDE, 2011). A eficiência produtiva é baixa, motivada especialmente pela degradação ou má utilização das pastagens (DIAS FILHO; LOPES, 2022), com taxas de lotação inferiores a uma Unidade Animal (UA) por hectare (ha) (SANTOS et al., 2017; ZU ERMGASSEN et al., 2018).

Animais criados em ambientes de clima tropical e subtropical estão mais propensos ao estresse calórico, desencadeando alterações comportamentais e fisiológicas, que resultam em menores índices de ganho de peso, reprodução ou conversão alimentar, além de estarem mais susceptíveis as infestações por endo- e ectoparasitas (BAUMGARD et al., 2012), o que demanda cautela e equilíbrio na escolha entre animais rústicos e produtivos. No entanto, além

dos cuidados relativos à nutrição e sanidade, deve-se almejar ganhos genéticos para melhorar a produtividade animal de acordo com as condições climáticas da região.

Algumas ferramentas, como a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) e o cruzamento entre raças, são utilizadas no restante do país com o propósito de aumentar a produtividade da pecuária bovina e podem ser aplicadas na região como formas de intensificação tecnológica. A IATF é uma biotecnologia que potencializa o uso de touros de superioridade genética em qualquer rebanho, podendo ser utilizada tanto no melhoramento genético quanto no cruzamento entre raças (BARUSELLI et al., 2017). Já o cruzamento consiste no acasalamento entre duas raças com o objetivo de complementar as características paternas desejáveis e aumentar os índices produtivos da progênie (FERRAZ; FELÍCIO, 2010).

## **2.1 Caracterização da pecuária local**

O estado do Amazonas possui um rebanho bovino de aproximadamente 1,49 milhões de cabeças concentrados em maior quantidade na região sul do estado, com ênfase para os municípios de Lábrea, Boca do Acre, Apuí e Manicoré, que juntos somam 57,7% do rebanho estadual (IBGE, 2021). A sub-região do Médio Amazonas, composta pelos municípios de Itacoatiara, Itapiranga, Maués, Nova Olinda do Norte, Presidente Figueiredo, Silves e Urucurituba (AMAZONAS, 1989), contribui com mais 7,3% do rebanho estadual, com destaque para o município de Itacoatiara com pouco mais de 47,2 mil cabeças e sétimo maior rebanho do estado (IBGE, 2021).

O avanço da pecuária para a região amazônica também é fomentado pelo aumento da agricultura, em especial a plantação de soja, nas regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil (BARONA et al., 2010; MORTON et al., 2006). A atividade é prioritariamente realizada de forma extensiva, com a implantação de pastagens em áreas desmatadas seguidas de queima. Essa prática promove a deposição de cinzas que inicialmente melhora os atributos químicos do solo e proporciona uma boa produtividade de forragem no início da implantação (GIARDINA et al., 2000). No entanto, essa produtividade é passageira e gradualmente as pastagens entram em um processo de degradação devido às perdas de nutrientes pela volatilização durante a queima ou devido a lixiviação e aumento da vulnerabilidade desse solo à erosão (COMTE et al., 2012).

Outro fator limitante é a baixa fertilidade do solo amazonense, caracterizado por elevada acidez, baixos níveis de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e altas concentrações de alumínio (MOREIRA; FAGERIA, 2009). Na sub-região do Médio Amazonas ainda é observado dois grandes ecossistemas denominados popularmente de “várzea”, utilizado

para designar áreas às margens dos rios sujeitas a inundações periódicas, e “terra firme”, para designar áreas que não sofrem inundações provocadas pelos rios (CRAVO et al., 2002), ambos utilizados pelos pecuaristas locais, quando disponível, especialmente pela maior fertilidade presente nos solos de “várzea” (MOREIRA; FAGERIA, 2009).

Essa prática exige o deslocamento dos animais entre esses ambientes e, especialmente em época de cheia quando ocorre superlotação em pastagens de terra firme, perdas de peso e morte dos animais, que dificultam a produtividade e rentabilidade da pecuária local (JUNK et al., 2020).

Para Santos et al. (2017), a criação de bovinos na região é realizada predominantemente pelo sistema de pastejo extensivo e com taxa média de lotação de apenas 0,83 UA/ha, evidenciando a necessidade de incremento tecnológico para aumentar a produtividade por área. Zu Ermgassen et al. (2018), demonstraram que a implantação do sistema silvipastoril com pastejo rotacionado mostrou-se uma alternativa viável para elevar a taxa de lotação de 0,60 para 2,4 UA/ha e produtividade anual de 4-7 para 12-20 @/ha em pequenas propriedades rurais do município de Apuí/AM.

Segundo Strassburg et al. (2014), as pastagens cultivadas em todo território brasileiro produzem apenas 32% e 34% do seu potencial e caso essa produção fosse elevada para 49% e 52% atenderiam toda demanda do mercado de carne bovina até 2040, além de liberar espaço para outras atividades agrícolas ou para fins de regularização ambiental.

Apesar da grande expansão de área de pastagens na Amazônia, Parente et al. (2019) observaram uma certa estabilidade nos últimos anos, que classifica como resultado de um processo de intensificação. Diversos autores relatam a importância da intensificação tecnológica como alternativa para produzir e conservar o meio ambiente, porém essa intensificação deve ser trabalhada em consonância com as políticas públicas, suporte técnico e legislação ambiental para que os pecuaristas consigam produzir em harmonia com o meio ambiente (CARDOSO et al., 2020; LATAWIEC et al., 2014; STRASSBURG et al., 2014).

## **2.2 Sustentabilidade na pecuária**

De acordo com Lobato et al. (2014), a produção de carne bovina a pasto é um diferencial brasileiro, no entanto, medidas como manejo de forragens, suplementação estratégica, sanidade, melhoramento genético são necessários para obter maior produtividade e a qualidade da carne. Os mesmos autores destacam que o desafio da pecuária brasileira de corte é transferir tecnologias para melhorar a sua sustentabilidade, e deve ser sanada por meio de

pesquisas científicas e formação de profissionais com conhecimento multidisciplinar com foco em práticas produtivas que reduzem os danos ambientais.

Para Latawiec et al. (2014), a intensificação sustentável das pastagens é a forma mais viável de aumentar a produtividade e poupar terras para a natureza e pode ser alcançada com a implantação de pastejo rotacionado, incorporação de leguminosas e sistema integrados de lavoura-pecuária-floresta por assistência técnica treinada. Mazzetto et al. (2015), corroboram que a intensificação por meio de melhoria da pastagem e do manejo do rebanho exige menos tempo e área para a produção pecuária, reduz em aproximadamente 57% a emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa por quilo de carne produzida e pode diminuir a pressão sobre o desmatamento florestal.

De forma geral, o setor pecuário deve passar por uma transição natural de sistemas extensivos e de baixa produtividade para sistemas mais produtivos e assim melhorar a disponibilidade de alimentos para a população minimizando os efeitos climáticos dessa atividade (HAVLÍK et al., 2014). O aumento da produtividade animal também deve ser considerado um importante fator para mitigação dos efeitos da pecuária ao meio ambiente (SILVA; BARIONI; MORAN, 2015).

Portanto, essa mitigação pode ser acelerada por meio de implantação de políticas climáticas eficazes que promovam mudanças do uso da terra, diminuição de custos econômicos e sociais voltados para sua base e não para a demanda (HAVLÍK et al., 2014). Para Byerlee, Stevenson e Villoria (2014), existem dois tipos de intensificação, uma impulsionada pelo mercado, que geralmente leva a expansão do uso de terras e aumento do desmatamento, e outra impulsionada pela tecnologia, que está fortemente associada a diminuição do uso de terras, no entanto deve ser acompanhada de políticas governamentais mais efetivas para frear o desmatamento e poupar o uso de terras.

Assim, a implantação de novas ferramentas para aumentar os índices produtivos e reprodutivos da pecuária local possibilitam aumentar a produtividade por área e surgem como alternativas para fortalecer o desenvolvimento tecnológico dessa atividade, promovendo a intensificação com a possibilidade de minimizar os seus impactos ao ambiente amazônico.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar a eficácia da IATF e do cruzamento industrial como ferramentas para promover a intensificação tecnológica e aumentar a produtividade da pecuária de corte na sub-região do Médio Amazonas.

### **3.2 Objetivos específicos**

- Mensurar a taxa de concepção de novilhas submetidas a sincronização e ressincronização hormonal para IATF com diferentes reprodutores;
- Comparar o desempenho produtivo de bezerros puros e cruzados na fase de cria;
- Determinar a relação custo e retorno econômico das ferramentas tecnológicas para a região.

## REFERÊNCIAS

- AMAZONAS, [CONSTITUIÇÃO ESTADUAL (1989)]. **Constituição do estado do Amazonas**. Texto. Disponível em: <<https://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/70430>>. Acesso em: 8 maio. 2022.
- BARONA, E. et al. The role of pasture and soybean in deforestation of the Brazilian Amazon. **Environmental Research Letters**, v. 5, n. 2, p. 024002, 2010.
- BARUSELLI, P. S. et al. Timed artificial insemination: current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. **Animal Reproduction**, v. 14, n. 3, p. 558–571, 2017.
- BAUMGARD, L. H. et al. Impact of Climate Change on Livestock Production. Em: SEJIAN, V. et al. (Eds.). **Environmental Stress and Amelioration in Livestock Production**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 413–468.
- BOWMAN, M. S. et al. Persistence of cattle ranching in the Brazilian Amazon: A spatial analysis of the rationale for beef production. **Land Use Policy**, v. 29, n. 3, p. 558–568, 2012.
- BYERLEE, D.; STEVENSON, J.; VILLORIA, N. Does intensification slow crop land expansion or encourage deforestation? **Global Food Security**, v. 3, n. 2, p. 92–98, 2014.
- CARDOSO, A. DA S. et al. Intensification: A key strategy to achieve great animal and environmental beef cattle production sustainability in Brachiaria grasslands. **Sustainability**, v. 12, n. 16, p. 6656, 2020.
- CARRERO, G. C.; FEARNSTIDE, P. M. Forest Clearing Dynamics and the Expansion of Landholdings in Apuí, a Deforestation Hotspot on Brazil's Transamazon Highway. **Ecology and Society**, v. 16, n. 2, p. 26–44, 2011.
- CASAGRANDA, Y. G. et al. The Brazilian beef supply chain and food security: a productive inputs view. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. e260101320895, 11 out. 2021.
- COMTE, I. et al. Physicochemical properties of soils in the Brazilian Amazon following fire-free land preparation and slash-and-burn practices. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 156, p. 108–115, 2012.
- CRAVO, M. DA S. et al. Características, uso agrícola atual e potencial das Várzeas no estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 32, n. 3, p. 351–351, 2002.
- DIAS FILHO, M.; LOPES, M. DOS S. Histórico e desafios da pecuária bovina na Amazônia. 2022.
- FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. DE. Production systems – An example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238–243, 2010.
- GIARDINA, C. P. et al. The effects of slash burning on ecosystem nutrients during the land preparation phase of shifting cultivation. **Plant and Soil**, v. 220, n. 1, p. 247–260, 2000.

- HAVLÍK, P. et al. Climate change mitigation through livestock system transitions. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 10, p. 3709–3714, 2014.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal**. 2021. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>>. Acesso em: 22 dez. 2022.
- JUNK, W. J. et al. **Várzeas Amazônicas: Desafios para um manejo sustentável**. Manaus: Editora INPA, 2020.
- LATAWIEC, A. E. et al. Intensification of cattle ranching production systems: socioeconomic and environmental synergies and risks in Brazil. **Animal**, v. 8, n. 8, p. 1255–1263, 2014.
- LOBATO, J. F. P. et al. Brazilian beef produced on pastures: Sustainable and healthy. **Meat Science**, v. 98, n. 3, p. 336–345, 2014.
- MAZZETTO, A. M. et al. Improved pasture and herd management to reduce greenhouse gas emissions from a Brazilian beef production system. **Livestock Science**, v. 175, p. 101–112, 2015.
- MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Soil Chemical Attributes of Amazonas State, Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 40, n. 17–18, p. 2912–2925, 2009.
- MORTON, D. C. et al. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, n. 39, p. 14637–14641, 2006.
- PARENTE, L. et al. Assessing the pasturelands and livestock dynamics in Brazil, from 1985 to 2017: A novel approach based on high spatial resolution imagery and Google Earth Engine cloud computing. **Remote Sensing of Environment**, v. 232, p. 111301, 2019.
- RAO, D. B. **World Food Summit**. New Delhi, India: Discovery Publishing House, 1997.
- SAATH, K. C. DE O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 2, p. 195–212, 2018.
- SANTOS, M. A. S. DOS et al. Caracterização do nível tecnológico da pecuária bovina na Amazônia Brasileira. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 60, n. 1, p. 103–111, 2017.
- SILVA, R. DE O.; BARIONI, L. G.; MORAN, D. Greenhouse Gas Mitigation through Sustainable Intensification of Livestock Production in the Brazilian *Cerrado*. **Euro Choices**, v. 14, n. 1, p. 28–34, 2015.
- STRASSBURG, B. B. et al. When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. **Global Environmental Change**, v. 28, p. 84–97, 2014.
- ZU ERMGASSEN, E. et al. Results from On-The-Ground Efforts to Promote Sustainable Cattle Ranching in the Brazilian Amazon. **Sustainability**, v. 10, n. 4, p. 1301–1326, 2018.

**CAPÍTULO I: TAXA DE CONCEPÇÃO DE NOVILHAS SUBMETIDAS A  
PROTOCOLOS DE IATF COM DIFERENTES REPRODUTORES**

## 1 INTRODUÇÃO

A Inseminação Artificial (IA) foi considerada a primeira grande biotecnologia reprodutiva e de melhoramento genético aplicada em animais de exploração pecuária, com grande crescimento em bovinos na década de 1940, que impulsionou o posterior desenvolvimento tecnológico para criopreservação e sexagem espermática, controle hormonal do ciclo estral da fêmea, assim como, colheita, congelamento, cultura e transferências de embriões (FOOTE, 2010).

No entanto, o maior empecilho para o sucesso e difusão dessa biotecnologia esbarrava-se na detecção precisa do estro. Para minimizar esse problema, Pursley et al. (1995), alcançou os primeiros resultados positivos na sincronização da ovulação com a aplicação do protocolo denominado Ovsynch, constituído de uma aplicação inicial de hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), seguida de uma aplicação de prostaglandina (PGF) após 7 dias, uma nova aplicação de GnRH após 48 horas e inseminação artificial realizada em até 24 horas, preferencialmente entre 16 a 18 horas, mais tarde.

O protocolo Ovsynch apresentou resultados inconsistentes na utilização em bovinos de corte, especialmente quando aplicado em vacas zebuínas em lactação sob condição de pastagem tropical que comumente já apresentam histórico de anestro pós-parto, por isso foi sendo desmotivado com o advento de protocolos baseados em progesterona (P4) e estradiol (E2) (BARUSELLI et al., 2012). Na América do Sul, as taxas de prenhez oscilam entre 40 a 60% e os protocolos comumente utilizados em vacas de corte baseiam-se no uso de dispositivos liberadores P4 e do E2 como sincronizador da emergência da onda folicular, pela disponibilidade, eficácia e baixo custo (BÓ et al., 2018).

Os desafios para aplicação de um protocolo hormonal consistem basicamente na sincronização do crescimento folicular, regressão do corpo lúteo e indução da ovulação que, de maneira geral, é almejado pela utilização da P4, através de implantes vaginais ou auriculares, para inibir a secreção de hormônios luteinizantes (LH), que por sua vez suprime o crescimento dos folículos, enquanto o E2 inibe a liberação do hormônio folículo estimulante (FSH), responsável pelo crescimento de folículos menores, assim, com a retirada do implante da P4 exógena os pulsos de LH voltam a aumentar e estimula o crescimento de um folículo dominante com ovulação entre 48 a 72 horas após a retirada do implante (COLAZO; MAPLETOFT, 2014; VASCONCELOS et al., 2018).

No momento da remoção dos dispositivos de P4 o animal recebe uma dose de PGF para a luteólise e, opcionalmente, a gonadotrofina coriônica equina (eCG) para suporte de LH, que estimula o crescimento final do folículo dominante (PESSOA et al., 2016). A indução da

ovulação pode ser realizada com a administração do cipionato de estradiol na retirada de dispositivo, protocolo de três manejos, com o benzoato de estradiol (BE) administrado 24 horas após a retirada do dispositivo, protocolo de quatro manejos (SALES et al., 2012; TORRES-JÚNIOR et al., 2014) ou do GnRH no momento da IATF (MADUREIRA et al., 2020).

Ao longo dos anos, a IATF vem substituindo a IA e ganhando espaço na pecuária brasileira como biotecnologia reprodutiva para a produção de bezerros geneticamente superiores, especialmente pela não necessidade de observação de estro nas vacas (BÓ; BARUSELLI, 2014). Em 2019, estimou-se que foram comercializados aproximadamente 18,8 milhões de doses de sêmen bovino e desse total, aproximadamente 16,3 milhões, foram utilizados em protocolos de IATF, o que correspondeu a 87% das inseminações realizadas no rebanho brasileiro (BARUSELLI et al., 2019).

Quando bem aplicada, melhora a produtividade e traz retornos econômicos aos pecuaristas, possibilitando a diminuição do intervalo entre partos, concentração de nascimento, uniformidade dos lotes e bezerros mais pesados no desmame (BARUSELLI et al., 2017, 2018). Apesar das vantagens, a parcela de vacas inseminadas artificialmente ainda é pequena, as demais são submetidas a monta natural e geralmente cobertas por touros não avaliados geneticamente para produtividade (FERREIRA et al., 2018). Cerca de 26% das matrizes brasileiras são inseminadas artificialmente (ASBIA, 2021), as demais são submetidas a monta natural e geralmente cobertas por touros de menor potencial genético (BARUSELLI et al., 2019). O Estado do Amazonas vem aumentando gradativamente o uso dessa biotecnologia na pecuária local, alcançando cerca de 7,33% das suas matrizes bovinas, que correspondeu a um total de 32.974 fêmeas bovinas inseminados no ano de 2021 (ASBIA, 2021).

Nesse contexto, as novilhas desempenham um importante papel na reposição das matrizes e contribuem diretamente para o melhoramento genético do rebanho, por isso, preconiza-se que para alcançar melhor eficiência reprodutiva e econômica o primeiro parto deva ocorrer aos 24 meses de vida (DUBON et al., 2021). Portanto, tal resultado em fêmeas zebuínas sob pastagem tropical só é possível com a utilização de animais geneticamente selecionados para essa característica e com estratégias de suplementação que melhoram o desempenho, estado metabólico e os traços de carcaça dessas fêmeas (DE ALMEIDA et al., 2019; DUBON et al., 2021).

A taxa de concepção é fundamental para mensurar a efetividade reprodutiva no rebanho e gera bastante expectativas para a classe de novilhas, onde diversas estratégias são utilizadas para alcançar os melhores resultados, como a inclusão de PGF e eCG em protocolos hormonais a base de P4 e E2 para IATF (COOKE et al., 2020). Além da fertilidade da fêmea,

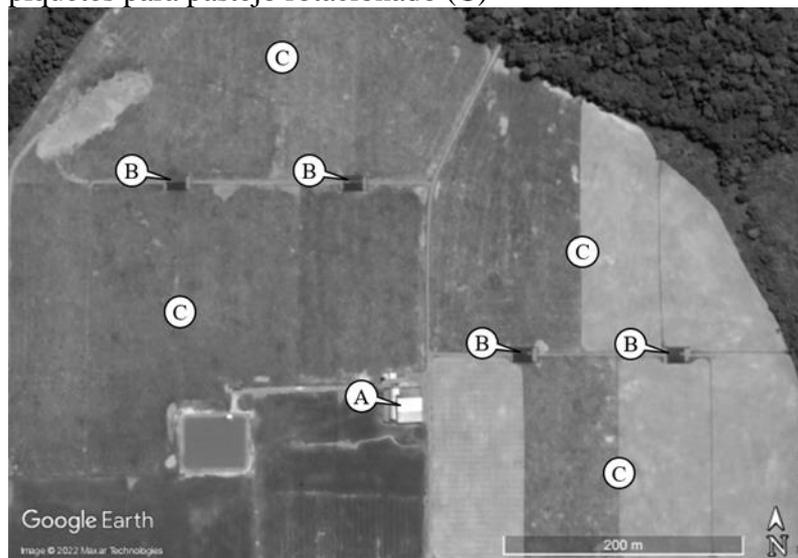
pesquisas recentes buscam correlacionar a influência do reprodutor sobre os índices reprodutivos em programas de IATF, buscando identificar características espermáticas que suporte melhor o processo de criopreservação e potencialize os resultados a campo (ADONA et al., 2022; FERRAZ et al., 2014; HIDALGO et al., 2021; OKANO et al., 2019), que pode ser uma excelente ferramenta para aumentar a taxa de concepção de novilhas submetidas IATF (THUNDATHIL; DANCE; KASTELIC, 2016).

Diante disso, objetivou-se avaliar o desempenho reprodutivo de novilhas cíclicas, criadas na sub-região do Médio Amazonas, submetidas a protocolos de sincronização e resincronização hormonal para IATF, utilizando-se sêmen de touros de diferentes raças e fertilidade.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma propriedade rural particular pertencente ao município de Itacoatiara/AM, localizada na Estrada do Engenho (3°08'41" S, 59°07'21" O, e 29 metros de elevação em relação ao nível do mar). A propriedade trabalha com bovinocultura de corte em sistema semi-intensivo de produção, contendo piquetes com áreas de 2 ha plantados com capim Mombaça (*Megathyrsus maximum*) e acesso à área coberta para descanso e fornecimento de água e sal mineral aos animais (Figura 1).

Figura 1 – Local onde o experimento foi realizado, observa-se o curral de manejo (A), área de descanso coberta (B) e os piquetes para pastejo rotacionado (C)



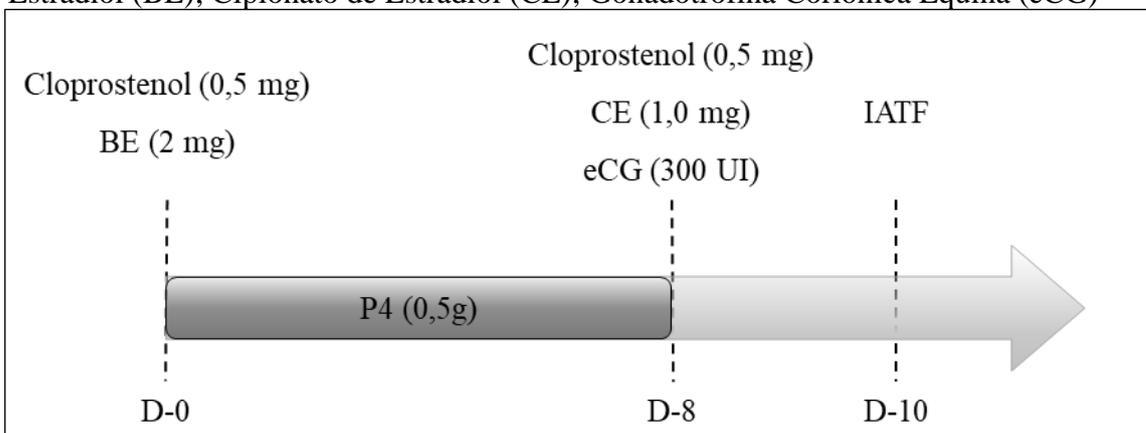
Fonte: Adaptado de Google Earth Pro®, 2020.

O local do estudo apresenta solo classificado como LAd - Latossolo Amarelo Distrófico (DOS SANTOS et al., 2011) e clima do tipo Af - Tropical sem estação seca, com precipitação média mensal superior a 60 mm, segundo a classificação de Koppen (ALVARES et al., 2013), com temperaturas médias que variam de 23,7 a 32,3 °C e umidade relativa do ar em torno de 83% (INMET, 2021). A utilização dos animais foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa no Uso de Animais do Instituto Federal do Amazonas, sob o protocolo CEUA Nº 1116.2711/2020.

Para o experimento, foram selecionadas sessenta e oito (n=68) novilhas aneladas cíclicas, comprovadas pela presença do corpo lúteo em exame ginecológico com o auxílio de aparelho ultrassonográfico, com idade estimada entre 24 e 36 meses e identificadas individualmente por meio de brincos auriculares numerados. Essas fêmeas foram pesadas individualmente em troncos de contenção equipado com balança mecânica e avaliadas para o escore de condição corporal (ECC) na escala de 1 (muito magra) a 5 (muito gorda), conforme Machado et al. (2008), apresentando peso médio de 345,56±28,19 kg e 3,79±0,48 de ECC.

Todas as fêmeas foram submetidas ao protocolo hormonal para IATF baseado em três manejos, consistindo-se na inserção de dispositivo intravaginal de uso único (0,5g de progesterona) com aplicação intramuscular de 2 mg de benzoato de estradiol e 0,5 mg de cloprostenol no dia zero (D-0). Oito dias depois (D-8) o dispositivo de P4 foi removido e administrado 0,5 mg de cloprostenol, 1,0 mg de cipionato de estradiol e 300 UI de gonadotrofina coriônica equina, todos por via intramuscular. Ao décimo dia (D-10) todas as fêmeas foram submetidas a inseminação artificial. O manejo das fêmeas foi realizado sempre no mesmo horário, com início às 07:00 horas da manhã (Figura 2).

Figura 2 - Descrição do protocolo hormonal utilizado no experimento. Benzoato de Estradiol (BE); Cipionato de Estradiol (CE); Gonadotrofina Coriônica Equina (eCG)



Fonte: Próprio autor.

Na inseminação foram utilizados sêmen de três reprodutores bovinos, sendo um touro da raça Aberdeen Angus e dois touros da raça Nelore, um classificado em catálogo para fertilidade superior e outro não. O sêmen utilizado na inseminação foi selecionado de forma totalmente aleatória, com o critério de revezamento entre a raça do touro entre uma IATF e outra, intercalando os touros para a raça nelore. O tipo do touro foi utilizado como critério de estratificação dos grupos para mensurar a taxa de concepção das novilhas, sendo: Grupo 1 – Touro Aberdeen Angus (n=35); Grupo 2 – Touro Nelore (n=18); e Grupo 3 – Touro Nelore provado para fertilidade superior (n=15).

Para mensurar a taxa de concepção foi realizado diagnóstico gestacional 45 dias após a inseminação por meio de ultrassonografia. As fêmeas não prenhes foram ressinclonizadas com o mesmo tratamento hormonal e inseminadas com sêmen dos touros do Grupo 1 e Grupo 3. O reprodutor utilizado foi novamente o critério de estratificação dos grupos, sendo chamado de Grupo 1R – Touro Aberdeen Angus (n=19) e Grupo 3R – Touro Nelore provado para fertilidade superior (n=18).

Os dados coletados foram tabulados e analisados estatisticamente no software R (R CORE TEAM, 2022) para comparação da taxa de concepção entre os grupos através do teste de Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ), ao nível de significância de 5%.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Além da idade, a nutrição e a genética são consideradas importantes fatores para que novilhas bovinas atinjam a puberdade, essencial para o sucesso reprodutivo e econômico dessa categoria animal (PERRY, 2016). Para Freetly, Kuehn e Cundiff (2011), novilhas atingem a puberdade ao alcançar peso entre 55% e 60% do peso vivo adulto, enquanto Sá Filho et al. (2012) recomendam que novilhas de corte zebuínas devam atingir o peso alvo de 300 a 350 kg para serem colocadas em estação reprodutiva, quando atingem em torno de 60-65% do peso adulto. Desta forma, destaca-se que as novilhas utilizadas no experimento apresentavam as condições preconizadas para serem colocadas em estação reprodutiva.

As novilhas estudadas apresentavam idade estimada superior à 24 meses, corroborando com Ferraz et al. (2018) e Monteiro et al. (2013), que destacam que apenas novilhas com mérito genético para idade no primeiro parto são capazes de atingir a puberdade mais cedo, animais que não possuem esse mérito genético são incapazes de atingir a puberdade antes dos 24 meses de vida. A puberdade tardia observada em raças zebuínas também possui relação com a produção sazonal de forragem, pastagens degradadas e falta de suplementação durante o seu crescimento (MONTEIRO et al., 2013), onde fêmeas bovinas expostas a

condições nutricionais e de manejo inadequados apresentam puberdade tardia e, conseqüentemente, idade ao primeiro parto superior aos 3 ou 4 anos de vida (DAY; NOGUEIRA, 2013; MALHADO et al., 2013).

Relacionado a taxa de concepção, observou-se um total de 31 novilhas com gestação positiva na primeira inseminação, que correspondeu a um índice de 45,6%. Resultados semelhantes foram encontrados por Fujita et al. (2013) e Sá Filho et al. (2010), com a utilização de eCG na sincronização, alcançando resultados de 46,9% e 47,7%, respectivamente.

Taxas superiores foram registradas por Silva et al. (2022), que alcançaram 58,1% de novilhas prenhes com a utilização de 300 UI de eCG no oitavo dia de protocolo, sugerindo, ainda, a sua utilização como alternativa para aumentar os índices reprodutivos em fêmeas criadas nas condições tropicais em sistemas extensivos de produção. Núñez-Oliveira et al. (2020) também relataram efeito positivo na taxa de concepção com a administração de 300 UI de eCG na retirada do dispositivo de progesterona em novilhas de 2 anos de idade com ECC de 4,5 (escala de 1 a 9), alcançando 57,1% contra 53,1% no grupo controle.

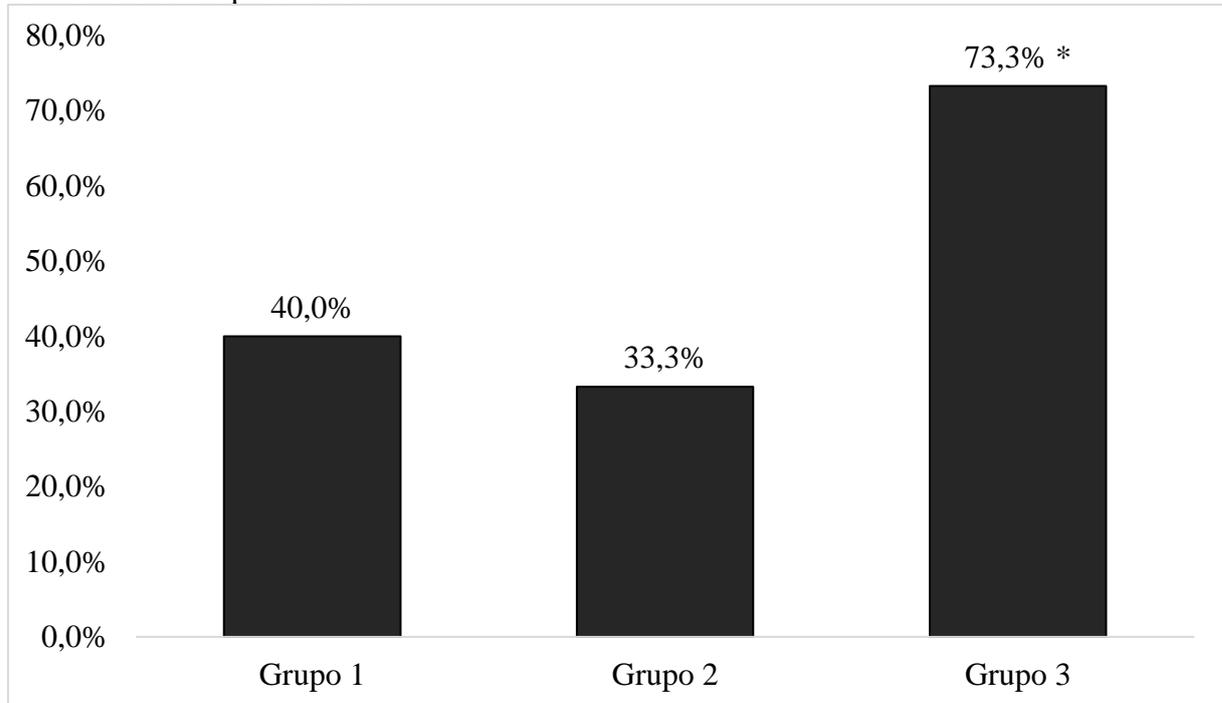
Resultados inferiores foram apontados por Pegorer et al. (2011), que testaram a utilização de dispositivos intravaginais com duas concentrações de P4 (0,5g e 1g) associados ou não a 300 UI de eCG em novilhas nelores e não encontraram melhora significativa na taxa gestacional, respectivamente, 41,0% vs 39,5% e 41,5% vs 39,0%. Butler et al. (2011) também não evidenciaram melhora na taxa de concepção em novilhas Brahman com a utilização da P4 de baixa dose acrescido ou não de 300 UI de eCG, respectivamente, 28,9% e 30,6%.

Desta forma, percebe-se que a utilização da eCG está amplamente difundida em protocolos para IATF de novilhas de corte, assim como houve um aumento nas taxas de concepção ao longo dos anos. Esse aumento evidenciado nos índices reprodutivos de novilhas pode ser decorrente da evolução dos protocolos hormonais (COOKE et al., 2020), da qualificação profissional (ŞAHIN et al., 2022) e do melhoramento genético do rebanho (MONTEIRO et al., 2013).

Ao analisar esse resultado em cada grupo estratificado foi observado uma diferença significativa para a taxa de concepção ( $p < 0,05$ ) com resultado superior para o Grupo 03 em relação aos Grupos 1 e 2, que não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ), respectivamente, 73,3% vs 40,0% e 33,3% (Figura 3). Corroborando com os resultados encontrados, Hidalgo et al. (2021) classificaram touros de alta fertilidade aos que apresentaram taxas de prenhez entre 52,2% e 69,4%, enquanto os demais touros apresentaram taxas entre 33,3% e 51,8% após a IATF. Ainda, os mesmos autores associaram touros de menor fertilidade com o maior percentual de espermatozoides lentos e progressivos, enquanto touros de alta fertilidade apresentam maior

percentual de espermatozoides rápidos e não lineares após o descongelamento. Ferraz et al. (2014) também correlacionaram a presença de espermatozoides rápidos e progressivos com uma melhor capacidade de congelamento e taxa de fertilização *in vitro*.

Figura 3 – Taxa de concepção de novilhas após sincronização hormonal e inseminação artificial com diferentes reprodutores



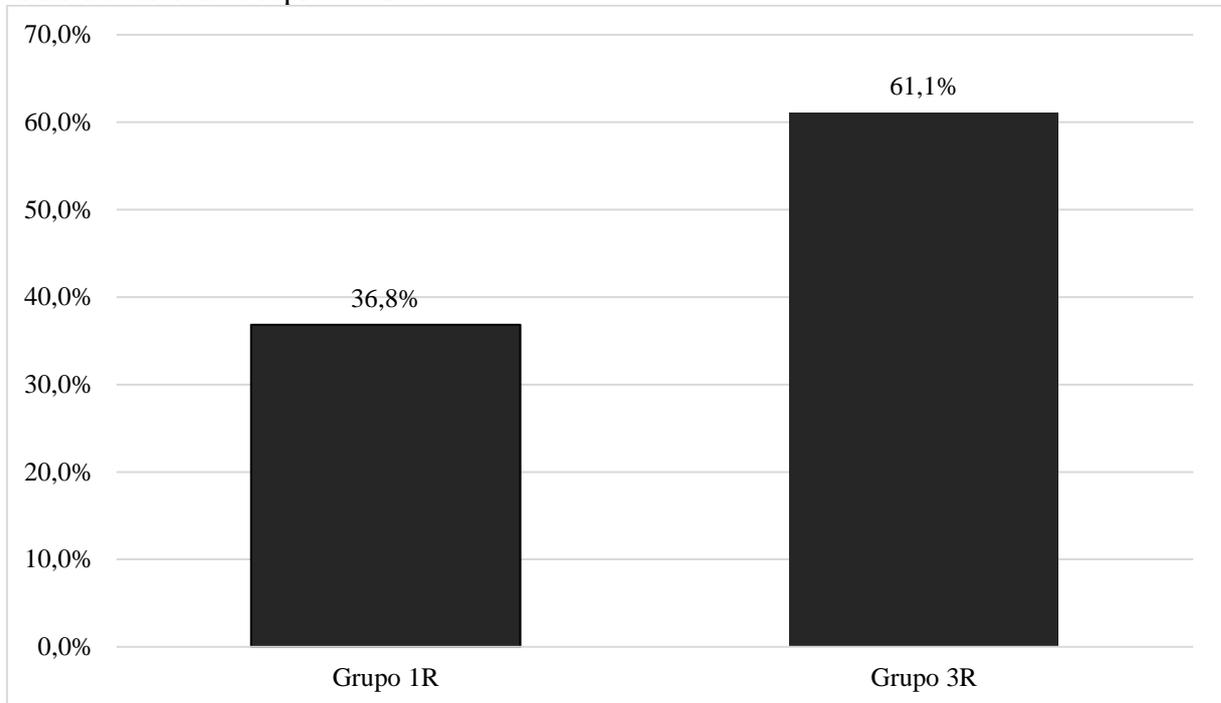
\* Houve diferença estatística em relação aos demais grupos ( $p=0,45$ ).

Na ressincronização, foram diagnosticadas 18 novilhas prenhes, que correspondeu a uma taxa de concepção de 48,6% e não diferiu significativamente da primeira sincronização hormonal ( $p>0,05$ ). A utilização de tratamentos hormonais para ressincronizar a ovulação em vacas que não engravidaram na primeira IATF possibilita a realização de inseminações sequenciais, em média duas ou três, que eleva a taxa de concepção de uma estação reprodutiva com redução ou descarte de touros de repasse na propriedade (BARUSELLI et al., 2018; BÓ et al., 2016). Taxas superiores na ressincronização de novilhas foram relatadas por Marques et al. (2015), que alcançaram índices de 57% na primeira IATF e de 66% na ressincronização utilizando o mesmo tratamento hormonal, ambos numericamente superiores ao encontrado no presente estudo. Os mesmos autores encontraram melhores resultados para a ressincronização em novilhas, quando comparadas a vacas primíparas ou multíparas (MARQUES et al., 2015).

Ao analisar os grupos estratificados também foi observada uma taxa de concepção superior para as novilhas inseminadas com sêmen de touro provado para fertilidade superior,

respectivamente, 61,1% e 36,8% para os Grupos 3R e 1R (Figura 4), no entanto, estatisticamente, essa diferença não foi significativa ( $p>0,05$ ).

Figura 4 - Taxa de concepção de novilhas após ressincronização hormonal e inseminação artificial diferentes reprodutores



Não houve diferença estatística entre os grupos ( $p=0,139$ ).

O reprodutor provado para fertilidade superior proporcionou uma média de prenhez de 66,7%, comparando-se sincronização e ressincronização, enquanto a média para os reprodutores não provados para esta características foi de 37,5% ( $p<0,05$ ), que resultou em uma taxa de concepção acumulada de 72,1%. Essa taxa foi inferior a alcançada por Marques et al. (2015), que ressincronizou novilhas nelores 30 dias pós inseminação e, ao final do experimento, alcançou uma porcentagem de 85% de novilhas prenhes.

O momento de realizar a ressincronização é flexível dentro de cada propriedade e normalmente iniciado a partir do diagnóstico gestacional, no entanto, trabalhos descrevem sucesso na ressincronização precoce aos 14 (MOTTA et al., 2020, 2021) e 22 (SÁ FILHO et al., 2014) dias após a inseminação sem afetar a taxa de concepção, respectivamente, 63,3% , 64,6% e .61,5%. Desta forma, otimiza os resultados em curto tempo de estação reprodutiva (BARUSELLI et al., 2018), apesar de alcançar resultados inferiores ao presente estudo.

#### **4 CONCLUSÃO**

Novilhas criadas na sub-região do Médio Amazonas, com idades estimadas entre 24 e 36 meses, apresentaram condições favoráveis para início da reprodução e alcançaram taxas de prenhez condizentes com a literatura quando submetidas a sincronização e ressincronização hormonal, seguidas de IATF.

A raça do reprodutor utilizado na IATF não influenciou na taxa de concepção das novilhas estudadas, no entanto, a escolha de um touro provado para fertilidade superior elevou esse índice e apresentou-se como ferramenta viável para aumentar a eficiência reprodutiva dessa categoria animal.

## REFERÊNCIAS

- ADONA, P. R. et al. Fertility analysis of bovine semen by in vitro fertilization. **Tropical Animal Health and Production**, v. 54, n. 2, p. 137, 2022.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ASBIA – Associação Brasileira de Inseminação Artificial. **Index 2021**. 2021. Disponível em: <<http://www.asbia.org.br/certificados/index/>>. Acesso em: 11 jul. 2022.
- BARUSELLI, P. S. et al. History, evolution and perspectives of timed artificial insemination programs in Brazil. **Animal Reproduction**, v. 9, n. 3, p. 139–152, 2012.
- BARUSELLI, P. S. et al. Timed artificial insemination: current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. **Animal Reproduction**, v. 14, n. 3, p. 558–571, 2017.
- BARUSELLI, P. S. et al. Review: Using artificial insemination v. natural service in beef herds. **Animal**, v. 12, n. 1, p. s45–s52, 2018.
- BARUSELLI, P. S. et al. Evolução e perspectivas da inseminação artificial em bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 43, n. 2, p. 308–314, 2019.
- BÓ, G. A. et al. Alternative programs for synchronizing and resynchronizing ovulation in beef cattle. **Theriogenology**, v. 86, n. 1, p. 388–396, 2016.
- BÓ, G. A. et al. Programs for fixed-time artificial insemination in South American beef cattle. **Animal Reproduction**, v. 15, n. 1, p. 952–962, 2018.
- BÓ, G. A.; BARUSELLI, P. S. Synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in beef cattle. **Animal**, v. 8, n. 1, p. 144–150, 2014.
- BUTLER, S. A. A. et al. Pregnancy rates after fixed-time artificial insemination of Brahman heifers treated to synchronize ovulation with low-dose intravaginal progesterone releasing devices, with or without eCG. **Theriogenology**, v. 76, n. 8, p. 1416–1423, 2011.
- COLAZO, M. G.; MAPLETOFT, R. J. A review of current timed-AI (TAI) programs for beef and dairy cattle. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 55, n. 8, p. 772–780, 2014.
- COOKE, R. F. et al. Cattle adapted to tropical and subtropical environments: genetic and reproductive considerations. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 2, p. skaa015, 2020.
- DAY, M. L.; NOGUEIRA, G. P. Management of age at puberty in beef heifers to optimize efficiency of beef production. **Animal Frontiers**, v. 3, n. 4, p. 6–11, 2013.
- DE ALMEIDA, D. M. et al. Nutritional planning for Nelore heifers post-weaning to conception at 15 months of age: performance and nutritional, metabolic, and reproductive responses. **Tropical Animal Health and Production**, v. 51, n. 1, p. 79–87, 2019.

DOS SANTOS, H. et al. O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada. **Embrapa Solos-Documentos (INFOTECA-E)**, 2011.

DUBON, M. A. C. et al. 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.

FERRAZ, M. A. M. M. et al. Evaluation of sperm subpopulation structure in relation to in vitro sperm–oocyte interaction of frozen-thawed semen from Holstein bulls. **Theriogenology**, v. 81, n. 8, p. 1067–1072, 2014.

FERRAZ, M. V. C. et al. A combination of nutrition and genetics is able to reduce age at puberty in Nelore heifers to below 18 months. **Animal**, v. 12, n. 3, p. 569–574, 2018.

FERREIRA, R. M. et al. Synchronization treatments previous to natural breeding anticipate and improve the pregnancy rate of postpartum primiparous beef cows. **Theriogenology**, v. 114, p. 206–211, 2018.

FOOTE, R. The history of artificial insemination: Selected notes and notables. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 1–10, 2010.

FREETLY, H. C.; KUEHN, L. A.; CUNDIFF, L. V. Growth curves of crossbred cows sired by Hereford, Angus, Belgian Blue, Brahman, Boran, and Tuli bulls, and the fraction of mature body weight and height at puberty<sup>1,2</sup>. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 8, p. 2373–2379, 2011.

FUJITA, A. S. et al. Taxa de gestação em novilhas nelores sincronizadas para IATF e inseminadas com sêmen resfriado e congelado. **Archives of Veterinary Science**, v. 18, n. 3, p. 13–21, 2013.

HIDALGO, M. M. T. et al. Sperm subpopulations influence the pregnancy rates in cattle. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 56, n. 8, p. 1117–1127, 2021.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Instituto Nacional de Meteorologia - INMET**. 2021. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais#>>. Acesso em: 4 nov. 2022.

MACHADO, R. et al. Escore da condição corporal e sua aplicação no manejo reprodutivo de ruminantes. **Embrapa Pecuária Sudeste-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2008.

MADUREIRA, G. et al. Progesterone-based timed AI protocols for *Bos indicus* cattle II: Reproductive outcomes of either EB or GnRH-type protocol, using or not GnRH at AI. **Theriogenology**, v. 145, p. 86–93, 2020.

MALHADO, C. H. M. et al. Age at first calving of Nelore cattle in the semi-arid region of northeastern Brazil using linear, threshold, censored and penalty models. **Livestock Science**, v. 154, n. 1–3, p. 28–33, 2013.

- MARQUES, M. DE O. et al. Influence of category-heifers, primiparous and multiparous lactating cows-in a large-scale resynchronization fixed-time artificial insemination program. **Journal of Veterinary Science**, v. 16, n. 3, p. 367–371, 2015.
- MONTEIRO, F. M. et al. Reproductive tract development and puberty in two lines of Nelore heifers selected for postweaning weight. **Theriogenology**, v. 80, n. 1, p. 10–17, 2013.
- MOTTA, I. G. et al. Increased pregnancy rate in beef heifers resynchronized with estradiol at 14 days after TAI. **Theriogenology**, v. 147, p. 62–70, 2020.
- MOTTA, I. G. et al. Effects of estradiol treatments on PGF2 $\alpha$  release in beef heifers submitted to estrous resynchronization 14 days after timed-AI. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 76, p. 106625, 2021.
- NÚÑEZ-OLIVERA, R. et al. Effect of equine chorionic gonadotropin (eCG) administration and proestrus length on ovarian response, uterine functionality and pregnancy rate in beef heifers inseminated at a fixed-time. **Theriogenology**, v. 151, p. 16–27, 2020.
- OKANO, D. S. et al. In vitro evaluation of cryopreserved bovine sperm and its relation to field fertility in fixed-time artificial insemination. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 54, n. 3, p. 604–612, 2019.
- PEGORER, M. F. et al. Neither plasma progesterone concentrations nor exogenous eCG affects rates of ovulation or pregnancy in fixed-time artificial insemination (FTAI) protocols for puberal Nelore heifers. **Theriogenology**, v. 75, n. 1, p. 17–23, 2011.
- PERRY, G. A. Factors affecting puberty in replacement beef heifers. **Theriogenology**, v. 86, n. 1, p. 373–378, 2016.
- PESSOA, G. A. et al. Different doses of equine chorionic gonadotropin on ovarian follicular growth and pregnancy rate of suckled *Bos taurus* beef cows subjected to timed artificial insemination protocol. **Theriogenology**, v. 85, n. 5, p. 792–799, 2016.
- PURSLEY, J. R.; MEE, M. O.; WILTBANK, M. C. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 $\alpha$  and GnRH. **Theriogenology**, v. 44, n. 7, p. 915–923, 1995.
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2022.
- SÁ FILHO, M. et al. Manejo reprodutivo estratégico e IATF em novilhas e vacas primíparas zebuínas de corte. **Simpósio internacional de reprodução animal aplicada**, v. 5, p. 49–83, 2012.
- SÁ FILHO, M. F. et al. Equine chorionic gonadotropin and gonadotropin-releasing hormone enhance fertility in a norgestomet-based, timed artificial insemination protocol in suckled Nelore (*Bos indicus*) cows. **Theriogenology**, v. 73, n. 5, p. 651–658, 2010.
- SÁ FILHO, M. F. et al. Resynchronization with unknown pregnancy status using progestin-based timed artificial insemination protocol in beef cattle. **Theriogenology**, v. 81, n. 2, p. 284–290, 2014.

- ŞAHİN, Ö. et al. Effect of inseminator on reproductive performance in dairy cattle. **Tropical Animal Health and Production**, v. 54, n. 2, p. 146, 2022.
- SALES, J. N. S. et al. 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, n. 3, p. 510–516, 2012.
- SILVA, F. P. DA et al. Follicular Dynamics and Pregnancy Rate in Nellore Heifers Submitted to Fixed-Time Artificial Insemination Protocols (FTAI). **Veterinary Sciences**, v. 9, n. 8, p. 377, 2022.
- THUNDATHIL, J. C.; DANCE, A. L.; KASTELIC, J. P. Fertility management of bulls to improve beef cattle productivity. **Theriogenology**, v. 86, n. 1, p. 397–405, 2016.
- TORRES-JÚNIOR, J. R. S. et al. 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. **Animal Reproduction Science**, v. 151, n. 1–2, p. 9–14, 2014.
- VASCONCELOS, J. L. M. et al. Evolution of fixed-time AI in dairy cattle in Brazil. **Animal Reproduction**, v. 15, n. Suppl. 1, p. 940–951, 2018.

**CAPÍTULO II: DESEMPENHO PRODUTIVO DE BEZERROS NELORE E  
CRUZADOS NA FASE DE CRIA**

## 1 INTRODUÇÃO

O cruzamento industrial ou terminal é realizado entre raças distintas, geralmente entre animais *Bos taurus* e *Bos indicus*, com intuito de complementar as características paternas em uma progênie destinada exclusivamente ao abate. Tal estratégia busca promover heterose, que de forma geral expressa a superioridade dos filhos sobre o desempenho médio dos pais (BUNNING et al., 2019), proporcionando melhores índices produtivos em diversos ambientes de criação (SCHIERMIESTER et al., 2015). Para as regiões de clima tropical, comumente, aproveita-se a resistência e a adaptabilidade ao ambiente dos zebuínos com o melhor acabamento de carcaça, ganho de peso e precocidade dos taurinos, assim, pode-se produzir animais com produtividade superior e com melhor qualidade de carcaça, a partir de matrizes mais rústicas com menor valor agregado e menor custo de manutenção (FERRAZ; FELÍCIO, 2010).

No entanto, tal cruzamento deve ser cauteloso em ambientes tropicais, pois quanto maior for a utilização de animais taurinos, menor será a capacidade de adaptação ao ambiente e aos ectoparasitas, inviabilizando a sua expressão genética e aumentando os custos de produção, além da influência sobre o bem-estar e produtividade animal (BERMAN, 2011). Por isso, as condições climáticas do estado do Amazonas devem ser levadas em consideração na hora de trabalhar com raças taurinas. Alvares et al. (2013), caracterizam a região como de clima tropical com pouca variação de temperatura sazonal, entre 25,9 a 27,7 °C e precipitação anual de 2.420 mm, sendo o mês de agosto o mais seco com precipitação mensal de aproximadamente 80 mm. Ainda, segundo os dados do Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária, ao longo dos últimos anos o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) no município de Itacoatiara/AM é superior 72, o que impõe desconforto térmico aos bovinos, afeta o seu rendimento e pode levar risco a saúde do rebanho (SISDAGRO, 2021).

A raça nelore é amplamente utilizada na pecuária de corte brasileira pela sua rusticidade, porém, a constante transformação para melhorar a produção e atender o mercado consumidor com cortes cárneos de qualidade superior, impõe a necessidade do melhoramento por meio do cruzamento industrial de bovinos taurinos com zebuínos para manter uma alta heterose, maior retorno econômico e qualidade de carne acima das produzidas pela raça zebuína pura (ARTMANN et al., 2014). Neste contexto, matrizes zebuínas são comumente utilizadas no cruzamento industrial com raças europeias, principalmente Aberdeen Angus, Red Angus, Simental, Charolês, Hereford, Limousin e Braunvieh (FERRAZ; FELÍCIO, 2010). Para atender esse nicho de mercado, a raça Aberdeen Angus é a mais utilizada, somando mais de 44% do total de doses de sêmen de bovinos de corte vendidos no Brasil (ASBIA, 2017).

Desta forma, considerando que a performance dos animais é diretamente influenciada pelo ambiente em que se encontra inserido, objetivou-se comparar o desempenho produtivo de bezerros nelores e cruzados na fase de cria como alternativas para melhorar a produtividade por área na pecuária do Médio Amazonas.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma propriedade rural particular localizada na Estrada do Engenho, 3°07'54" S, 59°06'52" O e 53 metros de elevação em relação ao nível do mar, pertencente ao município de Itacoatiara/AM. A propriedade trabalha com bovinocultura de corte a pasto, em piquetes rotacionados com capim Mombaça (*Megathyrsus maximum*) e acesso a cochos cobertos para fornecimento de água e sal mineral à vontade (Figura 1).

Figura 1 - Área onde foi realizado o experimento, contendo curral de manejo (A), cochos cobertos (B) e o total de quatro piquetes com tamanho individual aproximado de 2 ha, onde os animais permaneceram ao longo do estudo (C)



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro®, 2020.

A região de estudo apresenta solo classificado como LAd - Latossolo Amarelo Distrófico (DOS SANTOS et al., 2011) e clima do tipo Af - Tropical sem estação seca, precipitação média mensal superior a 60 mm, segundo a classificação de Koppen (ALVARES et al., 2013), com temperaturas médias que variam de 23,7 a 32,3 °C e umidade relativa do ar em torno de 83% (INMET, 2021).

Foram selecionadas vinte e quatro (n=24) vacas primíparas acompanhadas de seus respectivos bezerros, filhos de touros Nelore e Aberdeen Angus, delineados em dois grupos experimentais: Grupo N – Bezerros nelore (n=12); Grupo M – Bezerros mestiços (n=12). O

experimento foi balanceado para a raça paterna e o sexo dos bezerros, de forma que cada grupo experimental fosse composto por seis indivíduos machos e seis fêmeas.

Vacas e bezerros permaneceram em mesmo ambiente de produção, composto por uma área de 8 ha de pastagem dividida em quatro piquetes de aproximadamente 2 ha. Os animais foram manejados em curral apropriado, munido de tronco de contenção equipado com balança de pesagem para mensuração e acompanhamento dos seus respectivos pesos ao nascimento e, posteriormente, aos 60 e 150 dias de vida. As vacas foram pontuadas para ECC em escala de 1 (muito magra) a 9 (muito gorda), conforme Nicholson e Butterworth (1986). Ao nascimento, os bezerros foram identificados para acompanhamento individual ao longo o estudo.

Todos os dados foram coletados em fichas padronizadas com as informações individuais dos animais e, posteriormente, tabulados em planilhas do Microsoft Excel®. O peso dos bezerros foi ajustado aos 60 e aos 150 dias da seguinte forma:

$$\text{Peso ajustado} = \left( \left( \frac{\text{Peso observado} - \text{Peso ao nascer}}{\text{Idade em dias}} \right) \times 60 \text{ ou } 150 \right) + \text{Peso ao nascer}$$

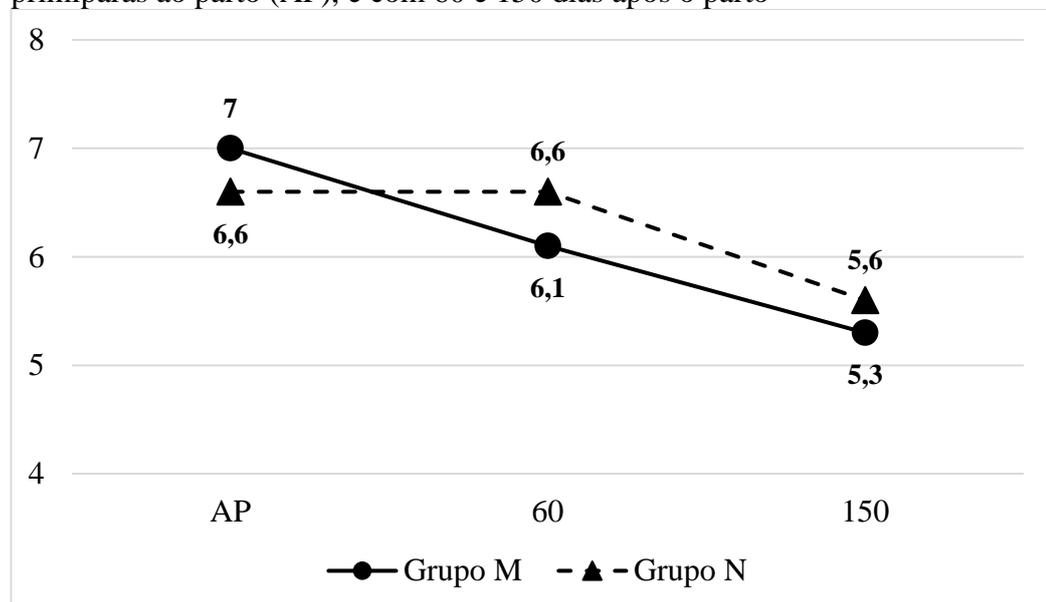
A análise estatística foi realizada pelo teste de Análise de Variância com delineamento inteiramente ao acaso (DIC), considerados os 2 grupos genéticos (nelore e cruzados). Os dados foram analisados por ANOVA DIC, do software RBio versão 166:24/03/2022 (BHERING, 2017) e procedido o teste de Tukey para a comparação múltipla das médias ao nível de significância de 5%. O ECC foi submetido ao teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis ao mesmo nível de significância (BHERING, 2017).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao parto as vacas primíparas apresentavam boas condições nutricionais com ECC médio de 6,6 e 7,0 para os grupos N e M, respectivamente. De acordo com Mulliniks et al. (2012), vacas primíparas que apresentam ECC superior a 6 perdem menos peso corporal durante a fase de cria, no entanto, quando bem manejadas essa pontuação não influencia no seu desempenho reprodutivo. Esse manejo, não necessariamente precisa ser realizado com suplementação energética-proteica no pré- e pós- parto, desde que haja oferta de forragem de qualidade na propriedade (MOURA et al., 2020). Porém, em pastagens tropicais, geralmente de qualidade inferior, tal suplementação reduz os dias de involução uterina e o intervalo entre partos (BRASIL et al., 2021), além de aumentar a produção de leite, taxa de concepção e peso dos bezerros ao desmame (GODOY et al., 2015).

As matrizes do grupo N apresentaram uma menor variação da sua condição corporal ao longo do experimento, mantendo o ECC nos primeiros 60 dias e perdendo uma média de 1,0 ponto aos 150 dias após o parto. Já as matrizes do grupo M apresentaram uma queda pouco mais acentuada, perdendo 0,9 pontos nos primeiros 60 dias e mais 0,8 pontos nos últimos 90 dias do estudo (Figura 2). De forma geral, não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) do ECC para o tipo de bezerro ao pé. As primíparas mães de bezerros cruzados apresentaram uma perda levemente superior na sua condição corporal, porém chegaram ao final do experimento com ECC semelhantes (5,3 vs 5,6).

Figura 2 - Avaliação do Escore de Condição Corporal (ECC) das vacas primíparas ao parto (AP), e com 60 e 150 dias após o parto

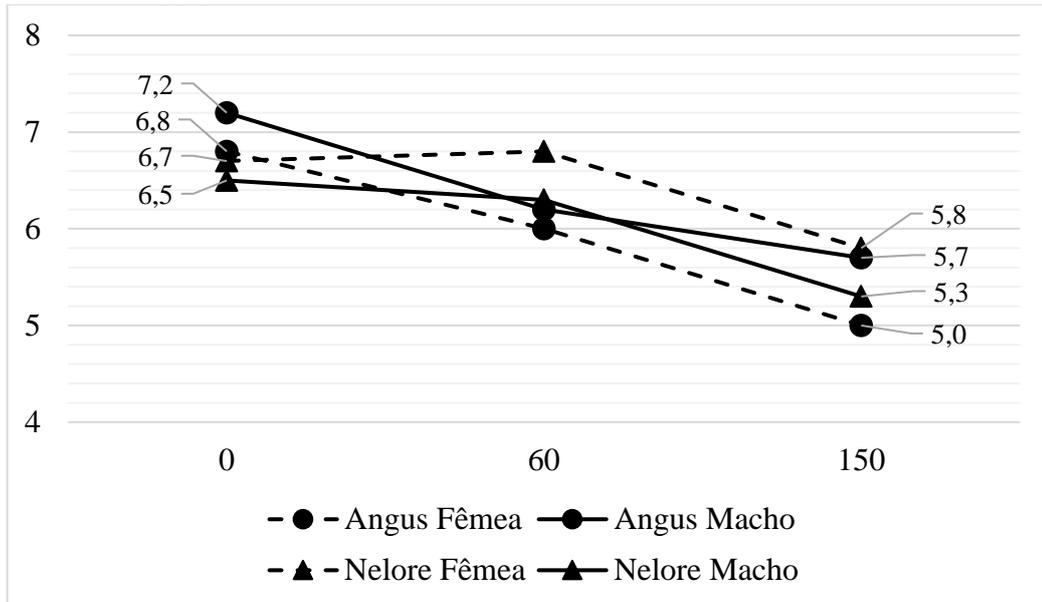


Segundo Cooke et al. (2021), vacas primíparas ou multíparas com condição corporal superior a 3,0 (5,0 na escala de 1 a 9) no momento do parto apresentam melhor desempenho produtivo e reprodutivo, com tendência para desmamar bezerros mais pesados quando comparado a vacas com ECC inferior. Um melhor desempenho reprodutivo em vacas primíparas ou multíparas também foi encontrado por Carvalho et al. (2022), que apontaram que vacas que chegam ao parto com ECC superior a 5,0 e que mantem ou aumentam esse escore nos primeiros 70 dias pós-parto apresentam maior taxa de concepção, quando submetidas a IATF com pelo menos 30 dias após parto.

Os resultados foram semelhantes ao analisar a perda de condição corporal da matriz de acordo com o sexo do bezerro (Figura 3). Desta forma, constatou-se que a perda da condição corporal das vacas primíparas estudadas, avaliadas por ECC, não foi influenciada pela raça e

nem pelo sexo dos bezerros. A perda de condição corporal mais acentuada em vacas primíparas tem maior relação com demandas adicionais de crescimento associada ao estresse da primeira gestação e lactação, e, inclusive, quando não bem manejadas, pode contribuir para ineficiência produtiva desta categoria animal (MULLINIKS et al., 2012).

Figura 3 - Avaliação do Escore de Condição Corporal (ECC) das vacas primíparas de acordo com a raça paterna e do sexo do bezerro, ao parto (AP), e com 60 e 150 dias.

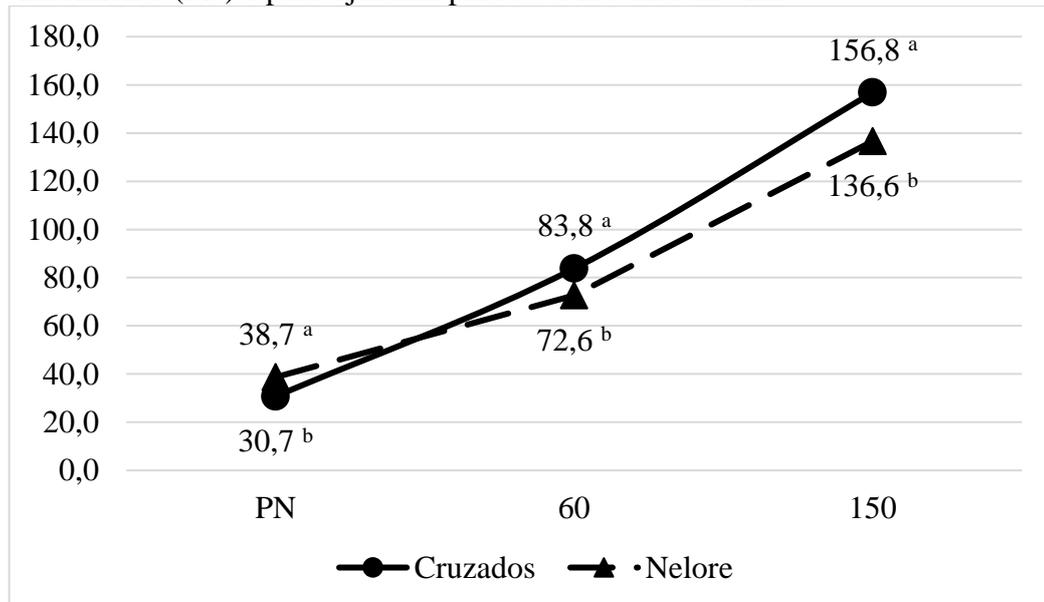


Os bezerros cruzados nasceram em média 8 kg mais leves que os bezerros nelores, respectivamente  $30,7 \pm 2,6$  e  $38,7 \pm 4,5$  kg. No entanto, aos 60 dias de vida essa diferença de peso foi invertida e os bezerros cruzados já se apresentavam em média 11,3 kg mais pesados que os nelores (Figura 4). Com 150 dias os bezerros cruzados aumentaram essa diferença para 20,2 kg ( $156,8 \pm 10,8$  vs  $136,1 \pm 8,7$  kg). Nos três períodos testados houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para o peso dos bezerros nos diferentes grupos genéticos. Os dados encontrados para peso ao nascer (PN), corroboram com Calegare et al. (2009) e Lema et al. (2011), ao afirmar que bezerros  $\frac{1}{2}$  Angus x  $\frac{1}{2}$  Nelore são mais leves ao nascimento e que o uso do nelore como raça paterna produz bezerros mais pesados que, inclusive, podendo elevar a incidência de distocia em novilhas.

Essa variabilidade genética para o desempenho dos bezerros devido a raça do touro ou grupo genético dos bezerros também foi evidenciada por Fialho et al. (2015), que concluíram que progênie de touros Angus apresentaram maiores ganhos médios diários e peso a desmama em relação a bezerros filhos de touros nelore, respectivamente,  $0,66$  vs  $0,65$  kg/dia e  $177,7$  vs  $175,3$  kg, e por Bianchini et al. (2008), que relataram menor taxa de crescimento em animais

*Bos indicus* quando comparados a cruzamento *B. taurus* x *B. indicus*. Desta forma, a heterozigose promovida pelo cruzamento é benéfica para o desempenho de bezerros, que apresentam melhor ganho de peso médio diário e maior peso aos 205 dias, além de desempenho superior no pós-desmama (KIPPERT et al., 2008).

Figura 4 - Comparação entre o peso dos bezerros cruzados e nelore ao nascimento (PN) e peso ajustado para 60 e 150 dias de vida



\*Médias seguidas por letras diferentes no PN, 60 e 150 diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

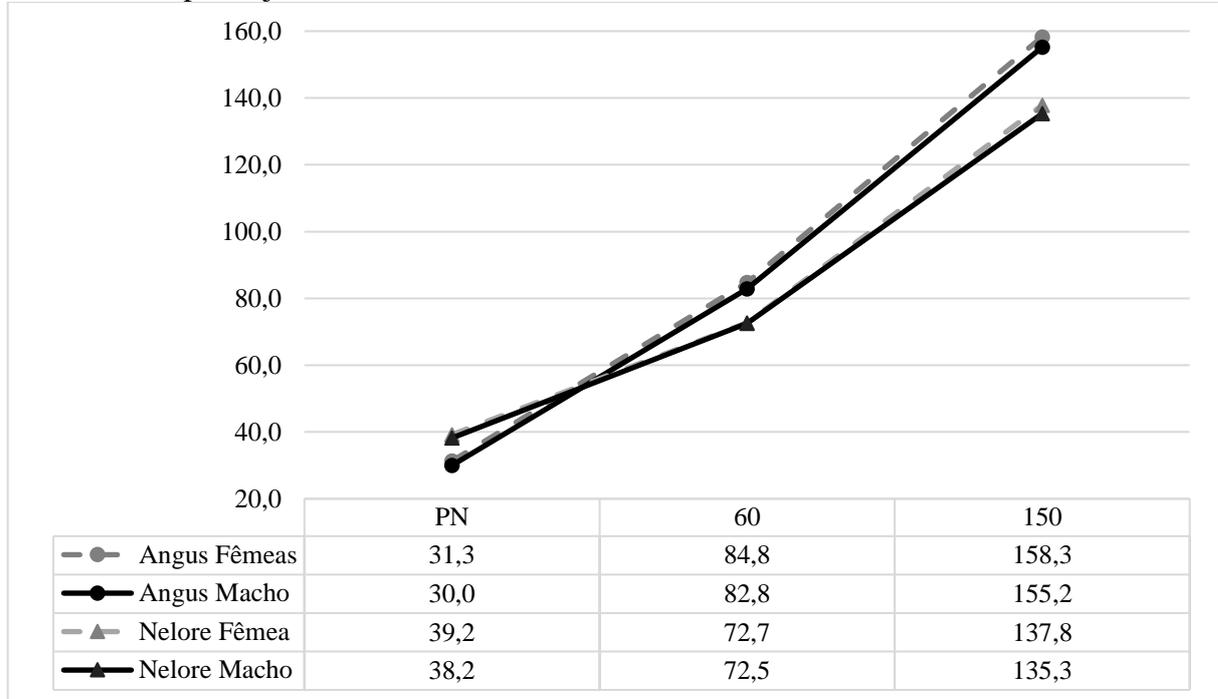
O ganho médio diário (GMD) observado para os bezerros cruzados foi 28,7% superior aos bezerros nelore, com médias de  $0,841 \pm 0,068$  kg/dia ( $p < 0,05$ ), enquanto os bezerros nelores apresentaram ganhos de  $0,653 \pm 0,049$  kg/dia. Resultados semelhantes foram descritos por Dias et al. (2015), que registraram GMD, do nascimento aos 205 dias, de 0,821 e 0,683 kg/dia, ao avaliar bezerros machos F1 ( $\frac{1}{2}$  Angus x  $\frac{1}{2}$  Nelore) e nelore, respectivamente.

Resultados numericamente inferiores ao trabalho, foram encontrados por Oliveira et al. (2019), que ao avaliar diferentes estratégias de desmama em bezerros cruzados e nelore observaram, respectivamente, um ganho médio diário de 0,674 e 0,548 kg/dia quando não suplementados. Rodrigues, Wechsler e Nogueira (2015), também relataram que bezerros cruzados pesaram na desmama, em média, 10% a mais que animais de raça pura. Divergindo em 5% do presente estudo, que evidenciou um incremento de 15% aos 150 dias de vida para os bezerros cruzados.

Não houve diferença significativa para o desempenho dos bezerros de acordo com o sexo ( $p > 0,05$ ), apesar das fêmeas dos dois grupos apresentarem uma leve superioridade de peso ao longo de todo o estudo (Figura 5). Desta forma os dados encontrados discordam de Fialho

et al. (2015), que observaram dimorfismo sexual com maior ganho de peso e peso ao desmame para animais machos.

Figura 5 - Comparação entre o peso dos bezerros cruzado e nelore de acordo com o sexo, ao nascimento e peso ajustado aos 60 e 150 dias de vida



Ao somar o peso vivo dos bezerros nos diferentes grupos, no período de 150 dias, o cruzamento industrial possibilitou um incremento da produtividade na ordem de 242 kg, sendo 1.881 kg contra 1.639 kg para os bezerros nelore. Levando-se em consideração que os animais permaneceram em 8 ha de pastagem rotacionada, pode-se inferir que a produtividade dos bezerros cruzados por área foi de 235,1 kg/ha enquanto essa produtividade para bezerros nelores ficou em 204,9 kg/ha, correspondendo a uma diferença produtiva superior a 1@/ha entre os grupos genéticos. No entanto, ambos os grupos, em apenas cinco meses, superaram a produtividade anual média 192 kg/ha para bezerros nelores em pastagem de *Brachiaria decumbens*, relatada por Vieira et al. (2005).

#### 4 CONCLUSÃO

Animais cruzados apresentam como benefícios o baixo peso ao nascer com um rápido crescimento, evidenciando um maior ganho de peso diário e, conseqüentemente, bezerros mais pesados aos 150 dias de vida.

A criação de bezerros cruzados possibilitou um incremento de 15% na produtividade por área, mostrando-se uma alternativa viável para melhorar a eficiência produtiva na pecuária regional.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ARTMANN, T. A. et al. Melhoramento genético de bovinos ½ sangue taurino x ½ sangue zebuino no Brasil. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, v. 12, n. 22, p. 1–20, 2014.
- ASBIA – Associação Brasileira de Inseminação Artificial. **Index 2017**. 2017. Disponível em: <[http://www.asbia.org.br/wp-content/uploads/2018/10/INDEX-ASBIA-2017\\_completo.pdf](http://www.asbia.org.br/wp-content/uploads/2018/10/INDEX-ASBIA-2017_completo.pdf)>. Acesso em: 21 maio. 2022.
- BERMAN, A. Invited review: Are adaptations present to support dairy cattle productivity in warm climates? **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 5, p. 2147–2158, 2011.
- BHERING, L. L. R. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, n. 2, p. 187–190, 2017.
- BIANCHINI, W. et al. Crescimento e características de carcaça de bovinos superprecoces Nelore, Simental e mestiços. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, p. 554–564, 2008.
- BRASIL, I. DE G. et al. Energy-protein supplementation before and after parturition of Nelore primiparous cows in the Brazilian tropical savannah. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e14710313231, 2021.
- BUNNING, H. et al. Heterosis in cattle crossbreeding schemes in tropical regions: meta-analysis of effects of breed combination, trait type, and climate on level of heterosis1. **Journal of Animal Science**, v. 97, n. 1, p. 29–34, 2019.
- CALEGARE, L. et al. Prewaning performance and body composition of calves from straightbred Nelore and Bos taurus × Nelore crosses. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 5, p. 1814–1820, 2009.
- CARVALHO, R. S. et al. Influence of body condition score and its change after parturition on pregnancy rates to fixed-timed artificial insemination in Bos indicus beef cows. **Animal Reproduction Science**, v. 243, p. 107028, 2022.
- COOKE, R. F. et al. Effects of body condition score at initiation of the breeding season on reproductive performance and overall productivity of Bos taurus and B. indicus beef cows. **Animal Reproduction Science**, v. 232, p. 106820, 2021.
- DIAS, L. L. R. et al. Ganho de peso e características de carcaça de bovinos nelore e meio sangue angus-nelore em regime de suplementação a pasto. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 18, n. 3, p. 155–160, 2015.
- DOS SANTOS, H. et al. O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada. **Embrapa Solos-Documents (INFOTECA-E)**, 2011.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. DE. Production systems – An example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238–243, 2010.

FIALHO, F. R. L. et al. Performance in preweaning pure and crossbred calves in the Mato Grosso do Sul Pantanal region, Aquidauana, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 37, n. 4, p. 437, 2015.

GODOY, M. M. DE et al. Energy sources in low intake supplements on the productive and reproductive performance of Zebu cows. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1571–1582, 2015.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Instituto Nacional de Meteorologia - INMET**. 2021. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais#>>. Acesso em: 4 nov. 2022.

KIPPERT, C. J. et al. Efeitos genéticos aditivos diretos e maternos e heterozigóticos sobre os desempenhos pré e pós-desmama em uma população multirracial Aberdeen Angus × Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1383–1391, 2008.

LEMA, O. M. et al. Pre-weaning performance of Hereford, Angus, Salers and Nellore crossbred calves: Individual and maternal additive and non-additive effects. **Livestock Science**, v. 142, n. 1–3, p. 288–297, 2011.

MOURA, F. H. DE et al. Effects of energy-protein supplementation frequency on performance of primiparous grazing beef cows during pre and postpartum. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 33, n. 9, p. 1430–1443, 2020.

MULLINIKS, J. T. et al. Relationship between body condition score at calving and reproductive performance in young postpartum cows grazing native range<sup>1</sup>. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 8, p. 2811–2817, 2012.

NICHOLSON, M.; BUTTERWORTH, M. H. **A guide to condition scoring of zebu cattle**. ZADDIS-ABEBA, ETHIOPIE: ILRI (aka ILCA and ILRAD), 1986.

OLIVEIRA, L. O. F. DE et al. Productive performance of pre-weaned calves reared in the pantanal. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, p. e-51187, 2019.

RODRIGUES, W.; WECHSLER, F.; NOGUEIRA, E. Reproductive Performance and Reconception of Nellore Cows According to Their Pure- or Cross-Bred Calves. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 50, n. 3, p. 431–436, 2015.

SCHIERMIESTER, L. N. et al. Estimation of breed-specific heterosis effects for birth, weaning, and yearling weight in cattle<sup>1</sup>. **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 1, p. 46–52, 2015.

SISDAGRO – Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária. **Conforto Térmico Bovino**. 2021. Disponível em: <<http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/climatologia/confortotermicobovino>>. Acesso em: 11 jul. 2022.

VIEIRA, A. et al. Produtividade e eficiência de vacas Nelore em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf nos Cerrados do Brasil Central. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1357–1365, 2005.

**CAPÍTULO III: CUSTO E RETORNO FINANCEIRO DA IATF E DO  
CRUZAMENTO INDUSTRIAL NO INTERIOR DO AMAZONAS**

## 1 INTRODUÇÃO

O sistema produtivo pecuário exerce um importante papel no cenário econômico, demandando alta produtividade para garantir retornos financeiros em curtos e médios prazos (FERREIRA et al., 2022). Neste cenário, é fundamental que ocorra uma modernização e profissionalização da pecuária, onde as estratégias de reprodução desempenham um importante papel para a manutenção da atividade (MONTEIRO et al., 2017), tendo como objetivo produzir um maior número de bezerros em tempo reduzido, com menor custo e maior eficiência (SANTOS; TORTORELLA; FAUSTO, 2018).

Para isso, a monta natural com a utilização de touros melhoradores é a estratégia mais utilizada no Brasil, no entanto, a utilização da IATF, também, vem ganhando espaço na pecuária nacional (BARUSELLI et al., 2021). Ambas, quando bem aplicadas, possibilitam o melhoramento genético do rebanho, que reflete diretamente nos índices produtivos e otimizam a rentabilidade e lucratividade da atividade (BARBOSA et al., 2017; BARUSELLI et al., 2019). Como diferencial, a IATF possibilita a concentração de nascimento, uniformidade dos lotes e bezerros mais pesados no desmame (BARUSELLI et al., 2017, 2018), em contrapartida exige maior desembolso em mão de obra especializada quando comparada à monta natural.

Além disso, o sistema de produção pode ser aperfeiçoado com a realização de cruzamento entre raças para melhorar a qualidade dos animais e torná-los mais produtivos, de acordo com as condições climáticas da região em que estes serão criados (ARTMANN et al., 2014). Os mesmos autores, acrescentam que o cruzamento industrial aumentará cada vez mais a sua participação no mercado brasileiro, devido ao seu potencial de adaptação aos sistemas produtivos, maior ganho de peso e maturidade sexual. Os ganhos na qualidade da carcaça e produto final também são características favoráveis do cruzamento industrial (ARTMANN et al., 2014; BIANCHINI et al., 2008; DIAS et al., 2015).

No entanto, indiferentemente do manejo reprodutivo, sempre haverá custos envolvidos, sejam na aquisição de touros melhoradores ou em materiais e mão de obra para a IATF, por isso, a escolha da estratégia reprodutiva deve ser endossada por dados técnicos e econômicos, pautados nos custos e benefícios, com a finalidade de otimizar a rentabilidade da atividade (AMARAL; COSTA; CORRÊA, 2003; SANTOS; TORTORELLA; FAUSTO, 2018). Nesse contexto, a partir de dados produtivos e econômicos é possível criar modelos simulados para comparar diversos cenários e auxiliar o produtor na tomada de decisões de maneira mais simples e eficaz (OJEDA-ROJAS et al., 2022).

Diante disso, objetivou-se avaliar, por meio de simulação, os custos e o retorno econômico da pecuária de corte na fase de cria em diferentes cenários reprodutivos para uma propriedade rural localizada no município de Itacoatiara, Amazonas, Brasil.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliar a relação entre custo e retorno econômico da implantação da IATF e do cruzamento industrial, foram utilizadas informações relativas aos gastos e os índices zootécnicos obtidos a partir da aplicação dessas ferramentas tecnológicas para a localidade. Os dados foram simulados a partir de trabalhos realizados nos anos de 2021 e 2022, ou retirados da literatura.

Para essa simulação foi considerado um rebanho de 68 novilhas aptas para reprodução, submetidas a sincronização e ressincronização hormonal seguida de IATF com touros da raça Nelore ou Aberdeen Angus. Ao total foram realizadas 51 inseminações com sêmen de touros Nelore e 54 com touro Aberdeen Angus.

O custo geral para implantação da IATF foi determinado com base nos produtos utilizados na mesma e serviço de terceiros, alocados nas seguintes categorias: protocolo hormonal, sêmen e mão de obra (Tabela 1). Esses valores diferiram entre a produção de bezerros melhorados e cruzados apenas no valor do sêmen dos reprodutores.

Tabela 1 - Preço dos produtos e serviços utilizados na IATF para composição dos custos da sua aplicação no município de Itacoatiara/AM

| <b>Produto</b>   | <b>Unidade</b> | <b>Custo/inseminação</b> |
|--|----------------|--------------------------|
| <i>Protocolo hormonal</i>  |                |                          |
| Dispositivo intravaginal P4  | Unidade        | R\$ 11,90                |
| Benzoato de estradiol  | ml             | R\$ 0,55                 |
| Cipionato de estradiol   | ml             | R\$ 0,62                 |
| Gonadotrofina coriônica equina   | ml             | R\$ 8,58                 |
| Cloprostenol   | ml             | R\$ 3,93                 |
| Descartáveis (seringa, agulha, luva de palpação transretal, bainha etc.) | Unidade        | R\$ 2,45                 |
| Frete  | Unidade        | R\$ 3,66                 |
| <i>Sêmen</i>   |                |                          |
| Reprodutor Nelore  | Dose           | R\$ 16,80                |
| Reprodutor Aberdeen Angus  | Dose           | R\$ 15,70                |
| <i>Mão de obra</i>   |                |                          |
| Serviços veterinários/inseminador  | Animal         | R\$ 40,00                |
| Colaboradores*   | Diária         | R\$ 4,62                 |

\* Diária dos colaboradores, no total de dois, calculada em função do salário relativo ao ano de 2022 (R\$ 1.212,00), sendo considerado seis dias de trabalho necessários ao protocolo hormonal.

A partir desses valores foram realizados cálculos financeiros para determinar o custo por IATF, custo total e custo por prenhez, da seguinte forma:

$$\text{Custo por IATF} = \text{Protocolo hormonal} + \text{Mão de obra} + \text{Sêmen}$$

$$\text{Custo total} = \text{Custo por IATF} \times N^{\circ} \text{ IATF}$$

$$\text{Custo por prenhez} = \frac{\text{Custo total}}{N^{\circ} \text{ de fêmeas prenhas}}$$

Para comparar essa biotecnologia reprodutiva com a monta natural, os dados financeiros desta última foram estipulados conforme os valores de mercado praticados na região para compra, depreciação e manutenção dos touros, com base em uma pesquisa de campo local. Foi considerado o valor de R\$ 15.000,00 para compra dos reprodutores, taxa de descarte de 20% (5 anos de vida útil na propriedade) e relação de 1 touro para 25 vacas. No final da vida útil desses animais, foi considerado o seu preço de venda baseado no peso (25@) indexado pelo preço da arroba da vaca gorda (R\$ 245,00). Os custos de manutenção foram calculados a partir dos valores relativos à pastagem, mineralização e sanidade desses animais, chegando a um valor mensal de R\$ 50,00.

A partir dessas informações, realizou-se os seguintes cálculos financeiros:

$$N^{\circ} \text{ de touros necessários} = \frac{N^{\circ} \text{ de fêmeas em reprodução}}{25}$$

$$\text{Investimento inicial} = N^{\circ} \text{ de touros necessários} \times \text{Valor de compra do touro}$$

$$\text{Custo fixo anual} = \left( \frac{\text{Preço de compra do touro} - \text{Preço de venda do touro}}{\text{Vida útil na propriedade}} \right)$$

$$\text{Custo anual do touro} = \text{Custo fixo anual} + \text{Custo de manutenção anual}$$

Os índices zootécnicos considerados no presente trabalho estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Índices zootécnicos utilizados para simulação dos custos e benefícios da IATF

| <b>Índices zootécnicos</b>            | <b>Valor</b> |
|---------------------------------------|--------------|
| <i>Taxa de concepção</i>              |              |
| Monta natural (SÁ FILHO et al., 2013) | 83 %         |
| IATF acumulada                        | 72 %         |
| IATF nelore                           | 55 %         |
| IATF cruzamento                       | 39 %         |
| <i>Ganho médio diário – GMD</i>       |              |
| Bezerros melhorados (Nelore)          | 0,653 kg/dia |
| Bezerros cruzados (Aberdeen Angus)    | 0,840 kg/dia |
| <i>Peso estimado ao desmame</i>       |              |
| Bezerro comum (Touros)                | 170 kg       |
| Bezerro melhorado (IATF)              | 195 kg       |
| Bezerro cruzado                       | 230 kg       |

O peso do bezerro comum, filho de touros melhoradores, foi estimado a partir da média de peso praticado para venda de animais mestiços aos oito meses de vida, respectivamente, 160 kg para fêmea e 180 kg para o macho (SCOT CONSULTORIA, 2022). Já o peso dos bezerros melhorados e cruzados, frutos da IATF, foram estimados a partir da simulação de peso vivo aos 240 dias, com base no desempenho desses animais aos 150 dias de vida, descrito no capítulo anterior.

Para determinar o número total de bezerros, da concepção ao desmame, utilizou-se como referências as perdas fetais e a taxa de mortalidade até o desmame, respectivamente, 2,6% (LIMA et al., 2022) e 1,42% (CAMPOS et al., 2013).

O retorno financeiro foi calculado com base no preço de venda dos bezerros, em R\$/kg, fazendo-se uma média dos preços entre machos e fêmeas. Os valores foram considerados com base no mercado do estado do Pará, tendo em vista a proximidade e o não monitoramento de preços na região, cujo valor foi R\$ 9,10 (SCOT CONSULTORIA, 2022).

Os dados foram tabulados em planilhas do Microsoft Excel® e, relativo ao número de animais, considerou-se apenas números inteiros arredondados automaticamente pelo programa. A partir dos valores levantados, calculou-se o lucro líquido pela diferença entre receitas e despesas envolvidas no processo, sem considerar os custos de manutenção desses animais na fase de cria.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

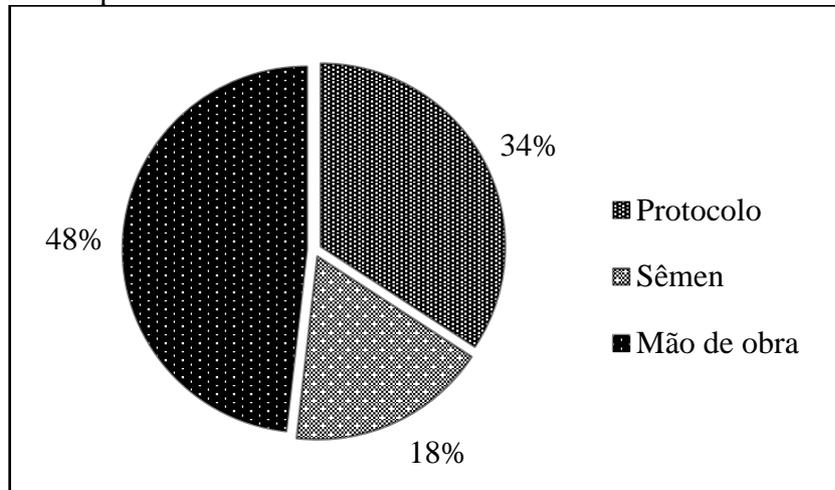
O custo do protocolo hormonal utilizado no presente estudo foi de R\$ 31,69, superando em mais de 58% o preço médio brasileiro sugerido por Baruselli et al. (2019), de R\$ 20,00. Pouco mais de 11% (R\$ 3,66) desse valor, equivale ao custo com o transporte, destacando as dificuldades logísticas encontradas pelas cidades do interior do estado amazonense (SOUZA et al., 2011). Ressalta-se que os materiais necessários para a realização da IATF ainda não são comercializados no município e proximidades, deixando claro o pouco uso dessa biotecnologia na região, por isso, deve-se recorrer a compra em estados vizinhos.

Outros fatores que encareceram o protocolo foram a escolha por dispositivos intravaginais de uso único e do eCG no oitavo dia, que somaram o total de R\$ 20,48 e corresponderam a 64,6% do custo com o protocolo. A utilização de dispositivos intravaginais com maior concentração de progestágenos, que possibilita a sua reutilização, pode reduzir significativamente o custo do protocolo escolhido (GOTTSCHALL; SILVA, 2015), no entanto, altas concentrações de progesterona diminuem a resposta ovulatória (COLAZO et al., 2008), que influenciam diretamente no sucesso reprodutivo das fêmeas.

Igualmente, a utilização do eCG é favorável para aumentar a taxa de concepção de novilhas (NÚÑEZ-OLIVERA et al., 2020; SILVA et al., 2022). Sendo assim, protocolo utilizado foi desenvolvido em consonância aos indicados para a categoria animal (COOKE et al., 2020), onde, não significativamente o menor desembolso por protocolo resulta em melhores índices reprodutivos (GOTTSCHALL; SILVA, 2014).

Apesar da localidade, foi possível realizar a aquisição do sêmen bovino sem custos de frete, desta forma, mesmo com a escolha de reprodutores de diferentes raças e fertilidade, considerou-se que esse valor não onerou de forma demasiada o custo da IATF. Em contrapartida, a região ainda é carente de mão de obra qualificada para aplicar essa biotecnologia, o que gerou aumento nos custos e, conseqüentemente, desembolso médio por IATF calculado em R\$ 92,56, distribuídos em R\$ 31,69 para protocolo, R\$ 16,25 para sêmen e R\$ 44,62 para mão de obra (Figura 1). Nas demais regiões brasileiras estima-se que o valor médio desembolsado por IATF gira em torno de R\$ 60,00, dividido em parcelas iguais para protocolo, sêmen e mão de obra (BARUSELLI et al., 2019).

Figura 1 - Representação dos custos da IATF para realização no município de Itacoatiara-AM



Comparando-se os dados simulados para a região entre monta natural e IATF, observa-se que o custo por prenhez é relativamente menor com a utilização da monta natural, na ordem de R\$ 71,11, respectivamente, R\$ 127,23 contra R\$ 198,34. Diferenças superiores entre IATF e monta natural foram relatadas por Santos, Tortorella e Fausto (2018), que obtiveram um custo de R\$ 117,62 para monta natural e R\$ 217,66 para a IATF, portanto, o maior valor desembolsado na IATF pode deixar de existir em caso de óbito ou perda da capacidade reprodutiva do touro.

Desta forma, o custo por gestação é diretamente influenciado pelo custo do touro ou IATF, relação touro:vaca e taxa de concepção, podendo ser aumentado ou reduzido de acordo com o manejo adotado na fazenda. No presente estudo, considerou-se uma superioridade de 11% na taxa de concepção, entre os dados simulados para monta natural quando comparados ao trabalho de campo, que, conseqüentemente, refletiu no maior número de bezerros ao término da fase de cria (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo financeiro da simulação do custo e retorno econômico entre monta natural e IATF

|  | <b>Touro</b>  | <b>IATF</b>   |
|--|---------------|---------------|
| Novilhas                                 | 68            | 68            |
| Custo por IATF                           | -             | R\$ 92,56     |
| Custo total/ano                          | R\$ 7.125,00  | R\$ 9.718,80  |
| Nº de novilhas prenhas                   | 56            | 49            |
| Custo por prenhez                        | R\$ 127,23    | R\$ 198,34    |
| Perdas gestacionais ou morte de bezerros | 2             | 2             |
| Nº de bezerros desmamados                | 54            | 47            |
| Valor de comercialização – R\$/kg        | R\$ 9,10      | R\$ 9,10      |
| Receita bruta                            | R\$ 83.538,00 | R\$ 89.771,50 |
| Receita líquida                          | R\$ 76.413,00 | R\$ 80.052,70 |

Apesar do maior investimento por prenhez e menor número de bezerros produzidos na IATF, o desempenho produtivo desses animais foi potencializado pelo seu mérito genético, resultando em animais mais pesados e de maior valor comercial ao desmame. Sendo assim, o valor de comercialização dos bezerros melhorados e cruzados, frutos da IATF, possibilitou a maior geração de receitas, que resultou em um lucro de R\$ 3.639,70 a mais em relação aos bezerros oriundos da monta natural. Os dados apresentados concordam com Prochnow e Oliveira Júnior (2022), que concluíram que a IATF proporciona melhor rentabilidade, principalmente devido ao maior ganho de peso dos bezerros na desmama.

Vale ressaltar que o investimento inicial para compra de touros é relativamente alto, no entanto, torna-se menos oneroso ao ser depreciado ao longo dos anos que esses animais podem ser aproveitados na propriedade. Por esse motivo, os riscos indiretos como acidentes, infertilidade, doenças e óbito dos touros também devem ser levados em consideração na hora de escolher o método reprodutivo adotado na propriedade.

Outro fator a ser considerado é o espaço necessário para acomodar esses animais. Levando-se em consideração apenas a Unidade Animal, sabe-se que um touro adulto equivale, em média, a 1,65 UA. Assim, no espaço destinado aos três reprodutores, necessários para a presente simulação, o produtor poderia alocar em torno de 5 matrizes, aumentando a produção e receita da atividade.

Ao realizar as mesmas análises para os diferentes tratamentos, produção de bezerros melhorados a partir de touros Nelores ou cruzados com touros Aberdeen Angus, não houve diferença entre custo por IATF devido ao valor comercial do sêmen ser semelhante entre os reprodutores. No entanto, o custo por prenhez para a produção de bezerros cruzados foi R\$ 67,01 superior a produção de bezerros melhorados (Tabela 4). Essa diferença de preço foi diretamente influenciada pela taxa de concepção, que foi superior quando utilizado o sêmen de reprodutores nelore na inseminação.

Tabela 4 - Resumo financeiro da simulação do custo e benefício da IATF para produção de bezerros melhorados ou cruzados no município de Itacoatiara-AM

|  | <b>Bezerros Melhorados</b> | <b>Bezerros Cruzados</b> |
|--|----------------------------|--------------------------|
| Nº de inseminações                       | 51                         | 54                       |
| Custo por IATF                           | R\$ 93,11                  | 92,01                    |
| Custo total/ano                          | R\$ 4.748,61               | R\$ 4.968,54             |
| Nº de novilhas prenhas                   | 28                         | 21                       |
| Custo por prenhez                        | R\$ 169,59                 | R\$ 236,60               |
| Perdas gestacionais ou morte de bezerros | 1                          | 1                        |
| Nº de bezerros desmamados                | 27                         | 20                       |
| Valor de comercialização – R\$/kg        | R\$ 9,10                   | R\$ 9,10                 |
| Receita bruta                            | R\$ 47.911,50              | R\$ 41.860,00            |
| Receita líquida                          | R\$ 43.162,89              | R\$ 36.891,46            |

Essa superioridade no desempenho reprodutivo resultou na produção de 7 bezerros melhorados a mais do que bezerros cruzados, refletindo em uma maior receita bruta e líquida ao desmame. Tal fato demonstra que o desempenho econômico da IATF é estreitamente relacionado à reposta biológica das fêmeas ao protocolo utilizado (GOTTSCHALL; SILVA, 2014).

O desempenho produtivo superior dos bezerros cruzados possibilitou um preço médio de venda por animal, de R\$ 2.093,00, enquanto os puros chegaram a R\$ 1.774,50. Essa diferença de R\$ 318,50 por cabeça diminuiu a margem entre as receitas brutas para o valor de R\$ 6.051,50, apesar disso, a margem líquida foi de R\$ 6.271,43, influenciada pelo maior custo por prenhez. No entanto, caso a taxa de concepção fosse aumentada para 45%, o retorno financeiro dos grupos genéticos se equilibraria.

De modo geral, pelos dados simulados, a relação custo e benefício para a produção de bezerros de dois grupos genéticos foi mais vantajosa quando utilizado sêmen de touros nelore, portanto, ressalta-se que tal afirmativa está estritamente relacionada ao número de bezerros produzidos em decorrência da taxa de concepção superior obtida nesse grupo.

#### **4 CONCLUSÃO**

As ferramentas reprodutivas simuladas no presente estudo apresentam-se como alternativas viáveis para o melhoramento genético e produtivo da pecuária local, além de estimular a tecnificação necessária para aumentar a sustentabilidade dessa atividade na região.

A aplicação da IATF permite um melhor retorno econômico aos pecuaristas quando comparada a monta natural permitindo a produção de bezerros melhorados e cruzados. Os bezerros cruzados apresentaram um melhor desempenho produtivos, porém foram prejudicados economicamente pela baixa taxa de concepção do seu grupo.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, T. B.; COSTA, F. P.; CORRÊA, E. S. **Touros melhoradores ou inseminação artificial: um exercício de avaliação econômica**. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Embrapa Gado de Corte, 2003.
- ARTMANN, T. A. et al. Melhoramento genético de bovinos  $\frac{1}{2}$  sangue taurino x  $\frac{1}{2}$  sangue zebuino no Brasil. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, v. 12, n. 22, p. 1–20, 2014.
- BARBOSA, A. C. B. et al. Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodutivas em bovinos Nelore no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 255, p. 449–452, 2017.
- BARUSELLI, P. S. et al. Timed artificial insemination: current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. **Animal Reproduction**, v. 14, n. 3, p. 558–571, 2017.
- BARUSELLI, P. S. et al. Review: Using artificial insemination v. natural service in beef herds. **Animal**, v. 12, n. 1, p. s45–s52, 2018.
- BARUSELLI, P. S. et al. Evolução e perspectivas da inseminação artificial em bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 43, n. 2, p. 308–314, 2019.
- BARUSELLI, P. S. et al. Mitos e realidades sobre a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 45, n. 4, p. 625–646, 2021.
- BIANCHINI, W. et al. Crescimento e características de carcaça de bovinos superprecoces Nelore, Simental e mestiços. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, p. 554–564, 2008.
- CAMPOS, A. M. et al. Índices zootécnicos da fase de cria de uma propriedade de gado de corte altamente tecnificada. **Revista Tropica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 7, n. 1, p. 82–88, 2013.
- COLAZO, M. G. et al. Effects of plasma progesterone concentrations on LH release and ovulation in beef cattle given GnRH. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 34, n. 1, p. 109–117, 2008.
- COOKE, R. F. et al. Cattle adapted to tropical and subtropical environments: genetic and reproductive considerations. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 2, p. skaa015, 2020.
- DIAS, L. L. R. et al. Ganho de peso e características de carcaça de bovinos nelore e meio sangue angus-nelore em regime de suplementação a pasto. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 18, n. 3, p. 155–160, 2015.
- FERREIRA, J. L. et al. Análise bioeconômica da relação custo-benefício de dois protocolos de IATF utilizados em vacas zebuínas. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 10, n. 1, p. 044–050, 2022.

GOTTSCHALL, C. S.; SILVA, L. R. DA. Análise econômica de diferentes protocolos para inseminação artificial em tempo fixo (IATF) aplicados em novilhas de corte. **Revista Veterinária em Foco**, v. 11, n. 2, p. 119–125, 2014.

GOTTSCHALL, C. S.; SILVA, L. R. DA. Efeito do número de reutilizações do dispositivo de progesterona em novilhas de corte submetidas à IATF com protocolo Ovsynch modificado. **Revista Veterinária em Foco**, v. 13, n. 1, p. 56–61, 2015.

LIMA, A. C. N. DE et al. Reproductive disorders and reconception of beef cows subjected to timed artificial insemination. **Ciência Animal Brasileira**, v. 23, p. e70384, 2022.

MONTEIRO, B. M. et al. Inseminação artificial em tempo fixo em vacas de corte no estado do Pará. **Livestock and Small Animals Medicine Journal**, v. 4, p. 7–23, 2017.

NÚÑEZ-OLIVERA, R. et al. Effect of equine chorionic gonadotropin (eCG) administration and proestrus length on ovarian response, uterine functionality and pregnancy rate in beef heifers inseminated at a fixed-time. **Theriogenology**, v. 151, p. 16–27, 2020.

OJEDA-ROJAS, O. A. et al. An agent-based simulation model to compare different reproductive strategies in cow-calf operations: Economic performance. **Theriogenology**, v. 189, p. 11–19, set. 2022.

PROCHNOW, T. E. G.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. S. DE. Rentabilidade da IATF comparado a estação de monta com touro em desmama de bezerros. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 10, p. 4304–4318, 2022.

SÁ FILHO, M. F. et al. Timed artificial insemination early in the breeding season improves the reproductive performance of suckled beef cows. **Theriogenology**, v. 79, n. 4, p. 625–632, 2013.

SANTOS, G. DOS; TORTORELLA, R. D.; FAUSTO, D. A. Rentabilidade da monta natural e inseminação artificial em tempo fixo na pecuária de corte. **Revista IPEcege**, v. 4, n. 1, p. 28–32, 2018.

SCOT CONSULTORIA. **Tem boi na linha**. 2022. Disponível em: <[www.scotconsultoria.com.br](http://www.scotconsultoria.com.br)>. Acesso em: 24 out. 2022.

SILVA, F. P. DA et al. Follicular Dynamics and Pregnancy Rate in Nellore Heifers Submitted to Fixed-Time Artificial Insemination Protocols (FTAI). **Veterinary Sciences**, v. 9, n. 8, p. 377, 2022.

SOUZA, P. A. R. DE et al. O serviço de logística de distribuição do interior do Amazonas. **REA-Revista Eletrônica de Administração**, v. 10, n. 2, p. 1–8, 2011.