

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

AVALIAÇÃO REPRODUTIVA EM BOVINOS DE CORTE EM CAMPO NATIVO
EM DISTINTOS SISTEMAS DE ACASALAMENTO

Autor: Seimor Trevizan de Oliveira

Porto Alegre

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

Avaliação reprodutiva em bovinos de corte em campo nativo em distintos sistemas de acasalamento

Autor: Seimor Trevizan de Oliveira

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias na área de Embriologia e Biotécnicas da Reprodução Animal.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Bertolini

Porto Alegre

2022

SEIMOR TREVIZAN DE OLIVEIRA

Avaliação reprodutiva em bovinos de corte em campo nativo em distintos sistemas de
acasalamento

Aprovado em 30 de setembro de 2022.

COMISSÃO AVALIADORA:

Prof. Dr. Marcelo Bertolini, Presidente da Comissão
Faculdade de Veterinária
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Prof. Dr. João Batista Borges
Faculdade de Veterinária
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Prof. Dr. Fernando Caetano de Oliveira
Faculdade de Veterinária
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Prof. Dr. Felipe de Jesus Moraes Jr.
Faculdade de Veterinária
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

AGRADECIMENTOS

A meus pais **Estevam Reis de Oliveira** e **Isete Jandira Trevizan de Oliveira**, que sempre me apoiaram com muito carinho e amor em todas as minhas escolhas me orientando e ensinando os deveres de um cidadão perante ao próximo.

A minha namorada **Eleonora Sbersi Sirtoli** por ter estado ao meu lado durante todo este período me incentivando e me apoiando em minhas decisões, sempre com muito amor trazendo mais leveza para minha vida.

Ao professor e meu orientador **Marcelo Bertolini** que desde nossa primeira conversa quando o procurei para me apresentar e falar sobre minha vontade de ingressar no mestrado, sempre esteve disponível e muitas vezes até mesmo me aconselhando sobre situações da vida.

Ao colega Médico Veterinário Marco Machado, de Livramento, por todo o apoio e receptividade.

A todo o pessoal do laboratório de Embriologia da UFRGS, em especial ao **Cesar Pizon Osorio**, por todo companheirismo e ensinamentos que me foram passados.

À **CAPES** pela concessão da bolsa.

RESUMO

Entre os fatores que exercem influência na reprodução, a nutrição tem papel reconhecidamente importante por afetar diretamente aspectos da fisiologia e desempenho reprodutivo na fêmea bovina. A pecuária de corte brasileira apresenta um forte vínculo com a identidade e a história do país, proporcionando uma importância socioeconômica fundamental no cenário nacional. Este estudo objetivou avaliar a aplicação de distintas estratégias reprodutivas para o aumento da eficiência reprodutiva de um rebanho de bovinos de corte em condições de pastejo em campo nativo, em especial para novilhas de 2 e 3 anos suplementadas com sal proteinado (SP) durante o inverno e a primavera que precederam a estação de monta (entoure), em comparação a novilhas de 3 anos não suplementadas (NS) e submetidas à inseminação artificial (IA) convencional ou à IA em tempo fixo (IATF), seguidas de repasse com touros. O estudo incluiu um total de 757 fêmeas bovinas de diferentes cruzamentos de raças de corte com predominância Angus, Brangus e Braford, em duas fazendas de solo raso, campo nativo e aguadas naturais no município de Santana do Livramento, RS, durante a estação reprodutiva de 2021-2022. Os animais estavam sob regime alimentar extensivo em campo nativo típico da região, no bioma Pampa, e suplementação mineral. As atividades incluíram o exame e avaliação das fêmeas nulíparas de 2 e 3 anos. Os animais foram caracterizados e selecionados quanto às condições zootécnicas, reprodutivas, produtivas e nutricionais para comporem diferentes grupos experimentais: (a) Monta natural, (b) IA após observação de estro, e (c) IATF, com ambos os grupos de fêmeas inseminadas sendo submetidas ao repasse com touros férteis. Após o final da temporada reprodutiva (110-120 dias), as fêmeas foram submetidas ao diagnóstico final de gestação por palpação retal e ultrassonografia, sendo avaliadas também quanto ao *status* reprodutivo (prenhez, escore do trato reprodutivo ou ETR), peso corporal e escore de condição corporal (ECC). O grupo de fêmeas suplementadas apresentou melhores escores de pelagem, ECC e diâmetro uterino do que novilhas não suplementadas. Houve diferenças entre grupos somente no diâmetro uterino entre as fêmeas em anestro superficial (AS), sendo maiores nas fêmeas suplementadas. A taxa de prenhez após a IATF foi semelhante à taxa de prenhez do grupo SP de fêmeas de 2 anos. Houve menor proporção de fêmeas cíclicas nas novilhas de 2 anos do que nas de 3 anos, com a proporção de fêmeas de 2 anos apresentando maior proporção de anestro profundo (AP), mas não de AS, nas fêmeas de 2 e em comparação às de 3 anos. Independentemente da estratégia de acasalamento, a base genética não influenciou nas taxas de prenhez final do rebanho, com a IA e a ITAF contribuindo para uma maior concentração dos partos na primeira metade do período estimado de parição. A condição de forragem (não mensurada) e a suplementação corroboram a importância da alimentação no incremento de condição corporal e índices reprodutivos para dar suporte a maiores taxas de prenhez em novilhas de corte no bioma Pampa.

Palavras-chave: Condição corporal, desempenho reprodutivo, nutrição, prenhez, bovinos de corte

ABSTRACT

Nutrition plays a key role in reproduction as it directly affects aspects of physiology and reproductive performance in females. The Brazilian beef cattle industry has a strong link with the country's identity and history, being one of the National socioeconomic pillars. This study aimed to evaluate the use of different reproductive strategies to increase the reproductive efficiency of a beef cattle herd under grazing conditions in native pasture, especially for 2- and 3-year-old heifers supplemented with protein salt (SP) during the winter and spring preceding the breeding season by natural mating, compared with unsupplemented 3-year-old heifers (NS) subjected to conventional artificial insemination (AI) or timed AI (TAI) followed by natural mating. The study included a total of 757 bovine heifers predominantly Angus, Brangus and Braford, in two farms with shallow soil, native grassland and natural watering in Santana do Livramento, RS, during the breeding season of 2021-2022. Animals were under range condition in the Pampa biome and mineral supplementation. Activities included examination and assessment of 2- and 3-year-old nulliparous females. Animals were characterized and selected according to their zootechnical, reproductive, productive and nutritional conditions to compose different experimental groups: (a) natural mating, (b) AI following heat detection, and (c) TAI, with both groups of inseminated females subjected to rebreeding with fertile bulls. After the end of the reproductive season, females pregnancy diagnosed by rectal palpation and ultrasonography, and were also evaluated for reproductive status (pregnancy, reproductive tract score or ETR), body weight and body condition score (BCS). The group of supplemented females showed better coat scores, BCS and uterine diameter than non-supplemented heifers. Differences were observed only in uterine diameter between females in shallow anoestrus (SA), which was greater in supplemented females. Pregnancy rate after TAI was similar to the 2-year-old SP group. A lower proportion of cyclicity was detected in 2- than in 3-year-old heifers, with the proportion of 2-year-old females showing a higher proportion of deep anestrous (DA), but not of SA. Regardless of the mating strategy, the genetic background did not influence the final pregnancy rates of the herd, with TAI contributing to a higher concentration of pregnant females in the first half of the estimated calving period. The forage condition (not measured) and the supplementation corroborate the importance of adequate feeding in increasing body condition and reproductive scores to support higher pregnancy rates in beef heifers in the Pampa biome.

Keywords: Body condition, reproductive performance, nutrition, pregnancy, beef cattle.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Classificação do escore do trato reprodutivo (ETR) modificado, após exame ginecológico por palpação retal e ultrassonografia transretal, com descrição de características ovarianas (tamanho, estruturas, funcionalidade) e contratilidade (tônus) uterina para fêmeas bovinas púberes de corte ou cruzas predominantemente *Bos taurus taurus*..... 26
- Tabela 2.** Características físicas, nutricionais e do trato reprodutivo/ciclicidade (LSM \pm SEM) em fêmeas nulíparas de corte de 3 anos suplementadas (SP) ou não (NS) com sal proteinado de julho a novembro de 2021, com avaliação na pré-temporada reprodutiva (outubro de 2021)..... 30

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Diagrama cronológico das atividades com fêmeas bovinas de corte na temporada reprodutiva de 2021-2022, incluindo (a) entoure de novilhas de 2 e 3 anos; (b) novilhas inseminadas após estro e subsequentemente repassadas com touros; e (c) fêmeas submetidas à IATF, seguida do repasse subsequente com touros. PGF_{2a}: dose de análogo sintético comercial de prostaglandina F_{2α}; M1: primeiro manejo de início de protocolos de IATF; DG IATF: diagnóstico gestacional por ultrassonografia 30 dias após a IATF. DG final: diagnóstico de gestação final após a remoção dos touros..... 28
- Figura 2.** Escores corporais e reprodutivos em grupos de novilhas de corte de 3 anos suplementadas (SP) ou não (NS) com sal proteinado de julho a novembro de 2021, com avaliação na pré-temporada reprodutiva (outubro de 2021), de acordo com o *status* da ciclicidade, para fêmeas em anestro profundo (AP), anestro superficial (AS) e cíclicas (C). (a) Escores da pelagem (*shedding score*) e de condição corporal. (b) Escores de diâmetro dos cornos uterinos e contratilidade ou tônus uterino. (c) Escores de tamanho ovariano e de presença de estruturas nos ovários (0, sem estruturas; 1, presença de folículos > 8 mm; 3, presença de corpo lúteo). a,b,c: letras desiguais na coluna, para o mesmo parâmetro entre grupos e dentro de cada *status* de ciclicidade, diferem, para P<0,05. A,B: letras desiguais na coluna, para o mesmo parâmetro em cada grupo e entre cada *status* de ciclicidade, diferem, para P<0,05..... 32
- Figura 3.** Peso corporal médio (kg) e escore de condição corporal (ECC, 1 a 5) em novilhas de corte de 2 e 3 anos ao diagnóstico de gestação final após a temporada reprodutiva de 2021-2022, para as fêmeas prenhes e fêmeas vazias, de acordo com o *status* de ciclicidade em anestro profundo (AP), anestro superficial (AS) e cíclicas (C). a,b: letras desiguais na coluna, para cada idade das novilhas, diferem, para P<0,05..... 34
- Figura 4.** Frequência de novilhas prenhes e vazias por escore de condição corporal (ECC) e distribuição da taxa de prenhez pelo ECC em novilhas de 2 anos suplementadas (a e b), de 3 anos suplementadas (c e d) e de 3 anos não suplementadas (e e f)..... 37

Figura 5. Distribuição das previsões de parto em novilhas de corte de 2 e 3 anos de acordo com temporada de parição agosto a dezembro), (a) de acordo com o sistema de acasalamento, conforme o grupo (NS ou SP), e (b) com distribuição de parição em início, meio e final entre novilhas de 2 e 3 anos no grupo SP. a,b,c: letras desiguais na coluna, para cada grupo por idade das novilhas, diferem, para $P < 0,05$. A,B: letras desiguais na coluna, para cada período de previsão de partos na temporada de parição entre novilhas de 2 e 3 anos, diferem, para $P < 0,05$ 38

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABIEC	Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne
AMH	<i>Anti-Müllerian Hormone</i>
ANOVA	Análise de Variância
ART	<i>Assisted Reproductive Technologies</i>
BE	Benzoato de Estradiol
CE	Cipionato de Estradiol
CGP	Células Germinativas Primordiais
CL	Corpo Lúteo
DF	Divergência Folicular
ECC	Escore Condição Corporal
eCG	Gonadotrofina coriônica equina
EEA	Estação Experimental Agronômica
EUA	Estados Unidos da América
FAO/STAT	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FAVET	Faculdade de Veterinária
FD	Folículo Dominante
FIV	Fecundação <i>In vitro</i>
FPO	Folículo pré-ovulatório
FSH	<i>Follicle Stimulating Hormone</i>
g	grama
GnRH	<i>Gonadotropin Release Hormone</i>
h	horas
Hg	Mercúrio
HHG	Hipotalâmico-hipofisiário-gonadal
IA	Inseminação Artificial
IATF	Inseminação Artificial em Tempo Fixo
IBGE	Intituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICSI	<i>Intracytoplasmic sperm injection</i>
IGF-I	<i>Insulin-like growth factor-I</i>
IGFBP	<i>Insulin-like growth factor binding protein</i>
IETS	<i>International Embryo Transfer Society</i>
im	intramuscular
IVD	<i>In vivo-Derived embryos</i>
LEBR	Laboratório de Embriologia e Biotécnica da Reprodução
LH	<i>Luteinizing Hormone</i>
mg	miligrama
MHz	Mega Hertz
mm	milímetro
MOET	<i>Multiple Ovulation and Embryo Transfer</i>
mL	milímetro
mRNA	<i>messenger ribonucleic acid</i>
ng	nanograma
OPU	<i>Ovum Pick Up</i>
PGF _{2α}	Prostaglandina-F 2alfa
PIV	Produção <i>In vitro</i>
P4	Progesterona
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

US	Ultrassom
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
SOV	Superovulação
TEC	Toneladas Equivalente Carcaça
TE	Transferência de Embriões
TETF	Transferência de Embriões em Tempo Fixo
TN	Transferência Nuclear
VE	Valerato de Estradiol
α	<i>Alfa</i>
τ	<i>Tau</i>
χ^2	qui-quadrado

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Sistemas de acasalamento de novilhas	15
2.2 Sistemas de recria de novilhas	15
2.3 Sistemas de criação somente a campo vs. fêmeas suplementadas	17
2.4 Eficiência reprodutiva de novilhas	18
3. HIPÓTESES E OBJETIVOS	21
3.1 Hipóteses	21
3.2 Objetivo geral	21
3.3 Objetivos específicos	21
4. CAPÍTULO ÚNICO: AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE DISTINTOS SISTEMAS DE ACASALAMENTO DE NOVILHAS DE CORTE <i>BOS TAURUS</i> VS. <i>BOS TAURUS INDICUS</i> MANTIDAS EM CAMPO NATIVO E/OU SUPLEMENTADAS COM SAL PROTEINADO	22
4.1 Introdução	22
4.2 Material e Métodos	24
4.2.1 Local e animais	24
4.2.2 Criação e manejo nutricional dos animais	24
4.2.3 Atividades na pré-temporada reprodutiva e seleção/caracterização das fêmeas	25
4.2.4 Distribuição dos grupos por categoria e sistema de acasalamento	26
4.2.4.1 Monta natural (entoure)	27
4.2.4.2 Inseminação artificial após estro e repasse com touros (IA-repasse)	27
4.2.4.3 IATF (IATF-repasse)	27
4.2.5 Protocolo de sincronização da ovulação e inseminação artificial em tempo fixo	28
4.2.6 Inseminação artificial	29
4.2.7 Análise estatística dos dados	29
4.3 Resultados	29
4.3.1 Pré-temporada reprodutiva	30
4.3.2 Temporada reprodutiva	33

4.4	Discussão	39
5.	CONCLUSÕES	43
6.	PERSPECTIVAS.....	44
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1. INTRODUÇÃO

A máxima exigência da eficiência nos sistemas de criação, para que se possa calcular o retorno econômico, faz com que seja preciso a adoção de técnicas como a sincronização de estro, podendo ser adotados protocolos hormonais com a avaliação de pontos específicos do trato reprodutivo, escore da condição corporal, entre outros. Não obstante, a demanda nutricional afeta diretamente a função dos órgãos reprodutivos e o funcionamento do sistema endócrino, podendo interferir na taxa de fertilidade dos animais. A nutrição tem influência na fertilidade, diretamente por meio do fornecimento de nutrientes específicos, que são necessários para os processos de desenvolvimento do folículo, de ovulação, de maturação oocitária, de fecundação, de sobrevivência embrionária e o estabelecimento da gestação e, indiretamente, atuando sobre as concentrações circulantes dos hormônios e outros metabólitos sensíveis aos nutrientes que são requeridos para o sucesso destes processos.

O escore de condição corporal (ECC) é uma medida subjetiva baseada na classificação dos animais em função da massa muscular e da cobertura de gordura por meio de avaliação visual e/ou tátil (MARQUES et al., 2010). Sua influência se dá basicamente de duas formas: na produção, afetando o peso ao desmame de bezerros; e na reprodução, atuando sobre a capacidade da fêmea em emprenhar nas próximas estações (SANTOS et al., 2009).

A atribuição do ECC é uma ferramenta importante para conhecer o estado nutricional do rebanho, principalmente o balanço energético, e serve como auxiliar na elaboração de estratégias alimentares e de descarte. É um método que apresenta muitas vantagens por ser rápido, prático, barato e não invasivo, podendo ser atribuído no diagnóstico de gestação, ao parto (na primavera) ou 60 dias antes do parto (inverno) e na desmama das fêmeas (MARQUES et al., 2010).

Entre os fatores que exercem influência na reprodução, a nutrição tem papel reconhecidamente importante por afetar diretamente aspectos da fisiologia e do desempenho reprodutivo na fêmea bovina, tendo em vista que a vaca que apresenta ECC baixo ou até mesmo muito alto não alcança o retorno ao ciclo estral adequadamente. Pode ocorrer alguma deficiência nutricional que cause distocias, podendo ainda surgir um balanço energético negativo (BEM) pós-parto que leve a alterações metabólicas e irregularidades reprodutivas (VALENTIM et al., 2019).

Está comprovado que a reprodução pode ser comprometida se as necessidades nutricionais dos animais não forem atendidas. Esta demanda nutricional afeta diretamente a função ovariana e dos órgãos reprodutivos e o funcionamento do sistema neuroendócrino, podendo interferir na taxa de fertilidade dos animais. Por exemplo, diversos estudos associaram a nutrição à queda da fertilidade, principalmente, em vacas leiteiras e identificaram como causas potenciais o BEN, evidenciado pela queda no ECC pós-parto (MOREIRA et al., 2000; LOPEZGATIUS et al., 2002), efeitos deletérios de dietas altamente energéticas (WILTBANK et al., 2006; SANTOS et al., 2008), efeitos tóxicos de compostos nitrogenados (BUTLER, 1998; DAWUDA et al., 2002; RHOADS et al., 2006), e deficiências de vitaminas e/ou minerais (INGRAHAM et al., 1987; ARECHIGA et al., 1994, 1998). Dietas com níveis insuficientes de proteína têm sido associados ao atraso na ciclicidade e na manifestação do estro, redução do índice de concepção ao primeiro serviço e mortalidade embrionária (SASSER, 1988; KAUR, 1995).

O monitoramento do ECC ainda é a ferramenta de diagnóstico da condição nutricional mais utilizada. O ECC estima o estado nutricional dos animais por meio de avaliação tátil (MACHADO et al., 2008; DE MORAES FERREIRA et al., 1993), estimando a quantidade de tecido muscular e adiposo armazenado pelo corpo do animal em um dado momento do ciclo reprodutivo-produtivo (CEZAR; SOUSA, 2006), possuindo grande relação com os indicadores zootécnicos, como a fertilidade (MOLINA et al., 1992) e a prolificidade (MACHADO et al., 1999).

Torna-se evidente que, além das questões de manejo geral e controle sanitário adequado, a associação nutrição-reprodução é uma das bases fundamentais na eficiência reprodutiva dos rebanhos, com forte impacto favorável para um investimento de maior sucesso em melhoramento genético com vistas à melhoria na produtividade e na qualidade dos produtos de origem animal. A caracterização dos sistemas de produção, por espécie, raça e aptidão produtiva, por região e características geográficas, pelo potencial de evolução técnica, entre outras, pode auxiliar em muito na definição de estratégias para mitigar problemas, adaptar os sistemas de produção a realidades edafoclimáticas e a fatores e elementos climáticos locais, alcançando-se o máximo possível de equilíbrio na produção sustentável (ambiental e econômica) em qualquer região.

Este trabalho abrangeu uma parte de uma atividade colaborativa de adequação em médio e longo prazo do sistema produtivo pecuário de corte em duas fazendas de criação de bovinos no município de Santana do Livramento, na fronteira do Estado do Rio Grande do

Sul com o Uruguai, caracterizada por campo nativo em exploração extensiva em solo raso pedregoso. Busca-se identificar as características produtivas de diferentes propriedades para a adequação econômica de técnicas de manejo geral localmente compatíveis, com o uso de sistemas de acasalamento e de biotécnicas da reprodução de acordo com o potencial das propriedades e do rebanho em cria. Iniciaram-se atividades em 2021, dentro de uma realidade possível de logística e de mão-de-obra disponível, buscando elevar as taxas de prenhez dos rebanhos, consideradas de média eficiência nos anos anteriores (abaixo de 70%). Trabalhou-se por categorias animais, em distintos sistemas de acasalamento, já adotando algumas estratégias reprodutivas em grupos ou lotes de animais. Instalou-se um sistema de trabalho visando obter-se o máximo de informações de cada animal, prévio às estratégias de acasalamento, enfocando em parâmetros que possam refletir o estado nutricional e reprodutivo do rebanho, em cada categoria, conforme a localização geográfica, com a correlação de tais informações com as taxas de prenhez e fertilidade dos rebanhos. Este trabalho se consistiu em uma sinopse de tais atividades, com o enfoque nos resultados observados em fêmeas nulíparas de corte de 2 e 3 anos de idade, categoria planejada a concentrar somente fêmeas de 2 anos nas estações reprodutivas subsequentes nas fazendas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistemas de acasalamento de novilhas

Os sistemas de produção diferem pelo grau de utilização da terra, máquinas, insumos e técnicas de manejo. Estes fatores interagem resultando em mudanças na eficiência econômica conforme a intensidade com que são aplicados. A idade ao primeiro acasalamento é uma medida de manejo que caracteriza bem a intensificação do sistema, e a idade à puberdade torna-se mais importante quanto mais intensivo for o sistema de produção (RESTLE et al., 1999).

Short et al. (1994) apresentaram as principais vantagens e desvantagens de acasalarem-se novilhas em idades mais precoces. Como vantagens, os autores relacionaram o retorno mais rápido do investimento, o aumento da vida produtiva da fêmea e a menor relação entre reposição e reprodução, onde diminui a quantidade de fêmeas em recria. As desvantagens são o aumento dos custos para que a novilha possa entrar em reprodução em uma idade mais jovem, o aumento de índices de distocia e outros problemas relacionados, incluindo custos, investimentos em manejo para lidar com problemas de parto e uma menor taxa de retorno ao estro do que fêmeas mais velhas.

A idade à puberdade é uma característica considerada de baixa herdabilidade, com valores variando de 0,20 (ARIJE e WILTBANK, 1971) a 0,41 (LASTER et al., 1979). Assim como as demais características reprodutivas, a idade à puberdade é grandemente dependente de fatores ambientais, dentre os quais, o nível nutricional exerce maior efeito. Mesmo que o potencial genético tenha de pouca a baixa influência em idades de acasalamento maiores, Lobato (2003) destaca a necessidade de potencial genético inerente em função do tempo em que esta característica evolui em um rebanho.

2.2 Sistemas de recria de novilhas

A idade da novilha ao primeiro parto é, para o sistema de produção, de suma importância, uma vez que esta característica tem grande capacidade de afetar o progresso genético do rebanho, o peso vivo e o número de terneiros comercializáveis (ROCHA; LOBATO, 2002). Além disto, a idade da novilha ao primeiro parto será determinada pela sua capacidade de atingir um grau de maturidade corporal e do trato reprodutivo (i.e., puberdade) que possibilite o seu acasalamento e que permita o crescimento suficiente para

uma parição fisiológica e retorno à ciclicidade e fertilidade subsequente já como primípara. Dessa maneira, a compreensão dos fatores que determinam o início da puberdade em novilhas de corte recriadas em pastagens também é necessária para o entendimento de como realizar a fase de recria de maneira eficaz.

Mensurar a resposta reprodutiva, juntamente com a produtividade total do rebanho, resultará na taxa de desfrute que, por sua vez, é uma medida de eficácia dentro da propriedade (WILTBANK, 1985; PETERS, 1996). De acordo com LESMEISTER et al. (1973), novilhas que se tornam gestantes no início da estação de monta desmamam maior número de terneiros em sua vida útil, e estes são mais pesados. Entretanto, a fertilidade ao primeiro estro tem sido relatada como baixa, devendo-se utilizar o terceiro cio dos animais para realizar a cobertura a fim de se obter maior eficiência reprodutiva. Dessa forma, para que tais condições ocorram, é necessário que as novilhas atinjam a puberdade antes da estação de monta, o que por sua vez, depende do crescimento e ganho de peso do animal nas fases de cria e recria (BYERLEY et al., 1987).

A máxima eficiência biológica de um sistema de cria é alcançada quando as fêmeas são acasaladas entre 12 e 14 meses de idade (SHORT et al., 1994). Neste sistema existe o mínimo de categorias improdutivas (FRIES, 2003). Entretanto, os custos associados a este sistema são os mais significativos, devido a sua alta tecnificação. Uma alternativa aos sistemas de produção que buscam maior produtividade por meio da redução na idade ao primeiro serviço é o acasalamento aos 18 meses, pois os custos envolvidos na produção de fêmeas para este sistema são reduzidos em relação ao sistema de 12 a 14 meses (BARCELLOS et al., 2003).

O acasalamento aos 18 meses determina que a novilha seja acasalada em uma estação do ano diferente do seu nascimento. Nas condições brasileiras de produção, normalmente os nascimentos se concentram na primavera, logo, com o acasalamento aos 18 meses ocorrendo no outono. O aumento da utilização desta idade no primeiro serviço como prática de manejo irá determinar a existência de dois rebanhos distintos em um mesmo sistema de cria, o de primavera e o de outono. O acasalamento de outono deve também estar sustentado em aporte nutricional adequado durante o inverno para atender as demandas metabólicas da fêmea prenhe, e ainda em crescimento. Entretanto, deve-se considerar que o acasalamento com sobreano pode ser utilizado para assegurar um bom desempenho das vacas primíparas, mediante o primeiro intervalo de partos de 540 dias (SAMPREDO et al., 1995).

2.3 Sistemas de criação somente a campo vs. fêmeas suplementadas

Em situações nas quais a pastagem é inefetiva para proporcionar um nível de produção adequado, a alimentação suplementar é uma alternativa ao produtor, permitindo que os animais melhorem seu consumo de nutrientes. A suplementação é usada para promover a lactação, melhorar a taxa reprodutiva ou taxa de crescimento de animais jovens. A suplementação de pastagens com alimentos prontamente fermentáveis pode melhorar o desempenho de bovinos de corte através de uma melhora na captura ruminal do nitrogênio da forragem, aumento de produção de proteína microbiana, aumento do escape ruminal de proteína do alimento não degradada no rúmen e aumento na produção de propionato e ácidos graxos voláteis totais (HOOVER, 1986).

O fornecimento de suplementos minerais proteicos ou energéticos ao animal em pastejo é, neste momento no Rio Grande do Sul, uma forma de superar a escassez de forragem nos períodos secos ou frios. É possível imaginar que, em uma pecuária com menor tempo de produção, a pastagem natural será suplementada inclusive no período de verão, quando sua qualidade constitui um problema. Forrageiras tropicais não permitem que o animal expresse o seu potencial genético. Isto é sentido de forma mais significativa em bovinos de leite, mas também em bovinos de corte. A suplementação é uma prática que pode ser integrada de forma sistemática ou estrutural ao manejo do estabelecimento ou que pode ser considerada como uma solução conjuntural frente a determinadas situações (MULLER et al., 1995).

A suplementação pode ser encarada do ponto de vista da segurança, para dar continuidade à produção em condições de déficits “anormais”, que acontecem com frequência não previsível. Tratando-se de situações de emergência, a suplementação salva ou mantém o animal. Para aumentar a produção, a suplementação é usada nos períodos ‘normais’ de déficit forrageiro, que se repetem todos os anos em caráter estacional. Em sistemas de produção que trabalham com uma lotação muito elevada, os períodos normais e anormais de déficit se acentuam. Trabalhar com lotações muito elevadas pode elevar a média da renda anual, mas também aumenta a variação desta renda. A estabilidade da renda anual, no entanto, pode ser considerada por muitos produtores mais importante que um aumento na média da renda. A provisão de comida suplementar reduz a variação na renda anual, pode aumentar os níveis de renda, dependendo do tipo, custo e efetividade do alimento (KRYSS & HESS, 1993).

Para Pigurina (1993), existem vantagens que são próprias da suplementação: possibilidade de aproveitar rapidamente conjunturas de preços; retorno em curto prazo do capital investido; implementação quase imediata; baixos custos relativos; e segurança de êxito. A suplementação possui efeitos secundários indiretos: possibilidade de realizar melhor manejo das pastagens que estão sendo pastoreadas por animais suplementados; possibilidade de usar lotação mais adequada para outras categorias; maior carga relativa que admite um potreiro suplementado; e possibilidade de realizar compras oportunas e valorizar Kg já comprados (LANGE, 1980).

Sob condições de pastejo, a energia é o primeiro fator limitante para o desempenho animal. A densidade energética na matéria seca de uma boa pastagem limita o ganho diário médio de um bovino de corte, com 225-360 kg, em crescimento, a cerca de 1,35 kg/dia. Em alguns casos, como em gramíneas tropicais, a proteína bruta pode tornar-se limitante antes da energia (MARTZ & GERRISH, 1995). Os suplementos energéticos classificam-se em três categorias: amido (sorgo, milho), açúcares (melaço) e fibra (casca de soja, polpa de citrus). A suplementação de energia é mais efetiva quando existe, no rúmen, rápida liberação de amônia e perda de proteína. Isto certamente ocorre com pastagens temperadas, especialmente na primavera, com algumas leguminosas tropicais e provavelmente com gramíneas tropicais após uma chuva (POPPI & McMILLAN, 1995). Os grãos podem diferir marcadamente no rúmen quanto à quantidade de matéria orgânica fermentada, captura de amônia, síntese microbiana e conseqüente suprimento de proteína ao intestino do hospedeiro. É necessária a distinção entre grãos rapidamente fermentáveis (trigo, cevada) e aqueles fermentados lentamente (sorgo e milho), dos quais uma quantidade significativa de amido escapa da fermentação ruminal (MULLER et al., 1995).

2.4 Eficiência reprodutiva de novilhas

A eficiência reprodutiva é um parâmetro de importância econômica fundamental que influencia diretamente o nível de produtividade do rebanho, sendo dependente de fatores nutricionais, sanitários, genéticos e de manejo. O desempenho reprodutivo do rebanho deve ser objeto de constantes melhorias. A matriz de um rebanho é criada e mantida no plantel em função de sua capacidade de gerar crias com bom desempenho em intervalo entre partos o menor possível e, subsequentemente, criá-las em condições para que possam ser desmamadas com elevado peso, possibilitando redução do tempo de recria,

maior velocidade de reposição de reprodutora e maior potencial de abate do rebanho (GUIMARÃES et al., 2002).

A inseminação artificial é o sistema em que a vaca observada em cio é levada ao reprodutor ou inseminada. As vantagens desse tipo de manejo estão relacionadas ao maior controle de datas de cobertura ou inseminação, o que garante maior controle de infecções pautadas à reprodução, e melhor aproveitamento dos reprodutores (OLIVEIRA, 2011). A utilização da IA apresenta inúmeras vantagens como a padronização do rebanho, controle de doenças reprodutivas e redução do custo de reposição de touros. No entanto, a principal vantagem dessa técnica está diretamente ligada ao processo de melhoramento genético e à obtenção de animais com maior potencial de produção e reprodução (PEROTTO et al., 1996).

Apesar dessas vantagens, e apesar de ser muito utilizada da década de 1960 até a virada do século em fêmeas cíclicas (novilhas, fêmeas “solteiras”), a técnica da IA com observação de estro tem sido cada vez menos empregada no Brasil (FERRAZ, 1996; PEREIRA, 1999; ASBIA, 2003) devido aos problemas relacionados à detecção de estro, anestro pós-parto prolongado e puberdade tardia (BARUSELLI et al., 2006). As perdas de cio aumentam o número de dias improdutivos dos animais, o intervalo entre partos, e diminuem o número de bezerros nascidos. Segundo Valle et al. (1998), identificar com precisão as manifestações do estro, quando se emprega a IA, é um desafio para o produtor, principalmente para aqueles que mantêm animais em regime extensivo. Um bom programa de detecção do estro é de fundamental importância para o sucesso da IA. Neste sentido, o uso da IA em tempo fixo (IATF) tem revolucionado a reprodução bovina, pela possibilidade de eliminação da observação do estro e IA com hora definida, além de trazer a enorme vantagem de acasalamento de fêmeas acíclicas, em especial, as fêmeas com cria ao pé. Porém, pondera-se que uma técnica não substitui a outra, com as possibilidades estratégicas disponíveis hoje sendo várias, ficando a critério do produtor e do técnico a escolha das metodologias e estratégias que melhor se adaptem ao tipo de produção, plantel e propriedade e com maior eficiência e eficácia (custo-benefício) produtiva e reprodutiva.

Estudos realizados por Silva et al. (2005), ao compararem novilhas acasaladas aos 18 ou 24 meses, encontraram diferença estatística para a variável idade, onde novilhas mais velhas obtiveram uma diferença de 34,5% na taxa de prenhez em comparação ao grupo de novilhas acasaladas aos 18 meses. Apesar disso, o baixo resultado encontrado para novilhas de 18 meses (52,2%) é atribuído ao menor peso no início da estação de

acasalamento. Em outro experimento, realizado no Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (FLORES et al., 2016), observou-se a taxa de prenhez aos 15 meses de novilhas durante cinco anos, obtendo uma média de 82,6%. Deve-se atentar, contudo, ao ambiente no qual estas novilhas foram recriadas, em uma área de reserva forrageira com suplementação que possibilitava ganhos médios diários de 0,677 g ao dia. Já em primíparas, Lobato e Magalhães (2001) obtiveram 93,1% de taxa de prenhez aos dois anos de idade e 86,2% em primíparas aos três anos de idade, com 100% e 89,3% de repetição de prenhez, respectivamente. Em outro estudo, Potter e Lobato (2004) obtiveram em vacas primíparas submetidas à monta natural, *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus*, 87,5% de prenhez no grupo mantido em campo nativo e 96,4% mantidas em pastagem de azevém melhorada.

Torna-se claro que cada região geográfica, com suas características próprias de clima, relevo, solo, etc., impõe condições que podem se favoráveis ou desfavoráveis à produção animal. Um dos grandes desafios é a adequação econômica da disponibilidade de alimento de qualidade e em quantidade de forma estável para atender as etapas da produção animal com o máximo de produtividade e eficiência, em especial a reprodutiva. É inegável o benefício do uso de biotécnicas da reprodução como a IA e IATF na produção pecuária, porém nem sempre tais tecnologias podem ser implementadas em seu potencial máximo. Desta forma, a adequação da logística de trabalho e da estratégia de uso de sistemas de acasalamento em rebanhos deve visar à maximização da eficiência reprodutiva, dentro dos limites de cada situação. Em um rebanho ou sistema de produção com restrições sazonais de forragem e de mão-de-obra limitada, devem-se buscar estratégias eficazes que contemplem a melhor eficiência possível. A suplementação nutricional em períodos de restrição pode favorecer índices reprodutivos de animais em recria, e tais vantagens podem favorecer por sua vez a resposta reprodutiva ao entoure, quando não é possível fazer uso de tecnologias reprodutivas, como a IA/IATF. Estas tecnologias, por sua vez, podem ser utilizadas estrategicamente em grupos de animais que passaram por menor favorecimento nutricional na recria, com a IA após estro das fêmeas cíclicas, e a IATF das fêmeas acíclicas, o que concentrará prenhezes no início da temporada e favorecerá o início da ciclicidade e concepção após o repasse com touros. Tais estratégias foram a base de comparação utilizada neste estudo.

3. HIPÓTESES E OBJETIVOS

3.1 Hipóteses

- a) A suplementação com sal mineral proteinado na pré-temporada reprodutiva (inverno e primavera) melhora os *status* corporal e reprodutivo de novilhas de corte em regime de campo nativo, com impacto positivo na eficiência reprodutiva após o entoure.
- b) A utilização da inseminação artificial (IA) convencional e/ou da IA em tempo fixo (IATF) na temporada reprodutiva, seguido de repasse com touros, em novilhas não suplementadas com sal mineral proteinado na pré-temporada reprodutiva, melhoram a eficiência reprodutiva em comparação a fêmeas suplementadas e entouradas.

3.2 Objetivo geral

- a) Avaliar a aplicação de distintas estratégias reprodutivas eficazes para o aumento da eficiência reprodutiva dos rebanhos bovinos de corte, dentro da realidade do bioma Pampa gaúcho em regime extensivo de pastejo em campo nativo, relacionando idades ao primeiro entoure e sistemas reprodutivos.

3.3 Objetivos específicos

- a) Comparar os resultados de prenhez final após a temporada reprodutiva em novilhas de corte submetidas ou não à suplementação com sal mineral proteinado na pré-temporada.
- b) Comparar os resultados de prenhez final após a temporada reprodutiva utilizando diferentes estratégias de inseminação artificial em novilhas de corte não submetidas à suplementação com sal mineral proteinado na pré-temporada, comparadas a novilhas suplementadas e entouradas.

4. CAPÍTULO ÚNICO: Avaliação da eficiência reprodutiva de distintos sistemas de acasalamento de novilhas de corte *Bos taurus taurus* vs. *Bos taurus indicus* mantidas em campo nativo e/ou suplementadas com sal proteinado

4.1 Introdução

A pecuária de corte brasileira apresenta um forte vínculo com a identidade e a história do país, proporcionando uma importância socioeconômica fundamental no cenário nacional. As diversas alternativas de manejo têm como objetivo principal a otimização do desempenho reprodutivo e produtivo do rebanho de cria, de forma racional, econômica e sem promover a degradação ambiental. Entretanto, nas últimas décadas, o setor tem ganhado destaque no mercado mundial como importante produtor de alimentos, representando assim, um importante fator no desenvolvimento e no PIB brasileiro (CASTRO et al., 2018). As dimensões continentais do país, com a possibilidade de terras agricultáveis, aliado ao baixo custo de mão-de-obra, resultam em um elevado potencial competitivo no contexto comercial internacional (IBGE, 2020).

A atividade pecuária no Estado do Rio Grande do Sul é de extrema importância tanto do ponto de vista de geração de empregos e recursos, como na questão de preservação do Bioma Pampa (CARVALHO et al., 2006). Portanto, a evolução das atividades agropecuárias ocorre, em sua maior parte, de forma horizontal e não vertical, ocorrendo através de ocupação de novas áreas, ao invés do aumento de produtividade (MIGUEL et al., 2007).

A máxima eficiência produtiva deve ser um dos principais alvos de um sistema de produção. Entretanto, esta deve ser implementada de maneira que os custos de produção não se elevem na mesma magnitude, para que se possa caracterizar uma economia de escala, onde a redução do custo médio do produto ocorre com o aumento proporcional da produção (BANNOCK et al., 2003), possibilitando a competitividade da empresa rural. Estudos revelam que esta atividade se solidificou no mercado interno e externo, contribuindo de maneira significativa para o saldo positivo da balança comercial brasileira (OAIGEN, 2014). Estima-se que o rebanho bovino brasileiro seja constituído de aproximadamente 219 milhões de cabeças (IBGE, 2020), sendo o Estado de Mato Grosso o maior produtor nacional em 2020. O Brasil é o segundo maior exportador de carne bovina no mundo, estando apenas atrás dos EUA. Mesmo assim, as possibilidades são amplas,

visto que apenas 19% da carne se destina ao mercado externo, havendo ainda um enorme potencial de crescimento (IBGE, 2020). Para tanto, uma melhora na produtividade, qualidade e sanidade devem estar aliadas para a expansão e a conquista de novos mercados (ABPA, 2020).

A evolução da agricultura sobre terras anteriormente exploradas exclusivamente pela pecuária reflete a necessidade de expandir a utilização de tecnologias nas diversas etapas produtivas de bovinos de corte, principalmente em rebanhos de cria. A pecuária de cria é a atividade que melhor configura os princípios conceituais de um sistema de produção, e a eficiência desse setor é fundamental na rentabilidade na pecuária de corte (BARCELLOS et al., 2013).

Diversas práticas de manejo, entre estas a avaliação da eficiência reprodutiva em bovinos, podem ser utilizadas para auxiliar o produtor na busca de uma melhor eficiência dos rebanhos bovinos. O desempenho reprodutivo dos rebanhos é um dos principais fatores determinantes da eficiência de produção da bovinocultura, devendo, portanto, ser considerado nos programas de melhoramento genético. A eficiência reprodutiva dos rebanhos é um dos fatores determinantes da eficiência total de produção e, portanto, deve ser considerada como critério de seleção em programas de melhoramento animal (SILVEIRA et al., 2004). Assim, a otimização da eficiência reprodutiva contribui para o aumento do desempenho e da lucratividade do sistema de produção pecuário.

Para obter um ótimo desempenho reprodutivo em bovinos de corte é necessário extrair a máxima capacidade de cada fêmea. Isto requer que cada fêmea tenha um parto a cada 12-13 meses, com o primeiro parto aos 24 meses de idade. O alcance destes objetivos depende da puberdade precoce e do retorno à ciclicidade, começando por volta de 40 dias pós-parto, com os animais sendo inseminados para conceberem em média entre 85 e 115 dias pós-parto (AZEVEDO et al., 2001). Neste sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar a aplicação de distintas estratégias e biotécnicas da reprodução para o aumento da eficiência reprodutiva de novilhas de corte na região do Bioma pampa gaúcho em regime extensivo de pastejo em campo nativo com ou sem suplementação de sal proteinado na pré-temporada reprodutiva, relacionando idades ao primeiro entoure e sistemas reprodutivos.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Local e animais

As etapas dos experimentos incluíram um total de 757 fêmeas bovinas (316 e 441 novilhas de 2 e 3 anos, respectivamente) de diferentes cruzamentos de raças de corte com predominância Angus, Brangus e Braford, com base genética ancestral materna mais distante também de Hereford e Charolês, sendo realizadas nas fazendas Pessegueiro (30°47'20.58" S, 55°52'44.46" W, novilhas de 3 anos) e Felício (30°43'18.32" S, 56°2'47.83" W, novilhas de 2 e 3 anos), de solo raso, campo nativo e aguadas naturais, de único proprietário, localizadas na localidade de Sarandi no município de Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, distante 15 km uma da outra, durante a estação reprodutiva de 2021-2022 (total de 130 dias, de 08/11/2021 a 15/03/2022). A Fazenda Pessegueiro possui uma área de 1922,3 ha com um total de 4.936 animais, sendo 2.558 bovinos, 1.602 ovinos com 750 cordeiros de até 12 meses, e 26 cavalos. Nos bovinos, havia 2.172 fêmeas e 386 machos bovinos, distribuídos na seguinte estratificação: 348 machos e 348 fêmeas de até 12 meses, 852 fêmeas nulíparas de 13 a 24 meses, 174 fêmeas nulíparas de 25 a 36 meses, 863 fêmeas primíparas e multíparas, e 38 touros adultos. Já a Fazenda Felício possui 856 ha, predominantemente lotada com 582 fêmeas nulíparas de 2 (n=316) e 3 (n=267) anos, e equinos de serviço.

4.2.2 Criação e manejo nutricional dos animais

Todos os animais utilizados nos experimentos estavam sob regime alimentar extensivo em campo nativo típico da região, no bioma Pampa, e suplementação mineral.

Todas as novilhas foram de origem da Fazenda Pessegueiro, com nascimentos nas temporadas de parição (agosto a dezembro) de 2018 (novilhas de 3 anos) e de 2019 (novilhas de 2 anos), com desmame ocorrendo após o diagnóstico final de gestação (abril de 2019 e 2020), em sequência das temporadas reprodutivas (novembro a março de 2018-2019 e 2019-2020). As novilhas de 3 anos foram recriadas em campo nativo (2019). Em 2020, as novilhas de 2 anos (recria) e de 3 anos foram mantidas em campo nativo melhorado com pastagem de azevém durante o inverno. Em julho de 2021, as novilhas de 2 anos (n=316) e a maior parte (61%) das novilhas de 3 anos (n=267) foram conduzidas à fazenda Felício, em campo nativo, onde também receberam suplementação diária de sal proteinado (Suplemento Mineral Energético Pampa Beef Advantage 20, Nutrepampa, Brasil; composição: 2,84% de fosfato bicalcico 19, 1,46% de calcareo calcitico, 25,00

mg% de zinco, 6,74 mg% de cobre, 5,20 mg% de manganês, 6,00 mg% de monensina, 5,69% de ureia, 15,00% sal comum, 68,01% de sal comum, 6,50% de farelo de soja), na proporção de 100 g/100 kg de peso vivo até a temporada reprodutiva (novembro de 2021). Um grupo de fêmeas de 3 anos (n=174) foi mantido na Fazenda Pessegueiro, em campo nativo, sem suplementação.

4.2.3 Atividades na pré-temporada reprodutiva e seleção/caracterização das fêmeas

As atividades realizadas nas fazendas incluíram o exame e avaliação das fêmeas nulíparas de 2 e 3 anos. Os animais utilizados foram caracterizados e selecionados quanto às condições zootécnicas, reprodutivas, produtivas e nutricionais para comporem diferentes grupos experimentais. Na pré-temporada (18 a 20 de outubro de 2021) e no manejo inicial (M1) dos protocolos hormonais de IATF (novembro e dezembro de 2021), parte das fêmeas de cada categoria foi identificada com brinco auricular e caracterizada quanto aos padrões raciais e hibridização (grau de sangue com fenótipo *Bos taurus taurus* e cruzas com *Bos taurus indicus*). As fêmeas também foram avaliadas quanto à ciclicidade ou escore do trato reprodutivo (ETR modificado, abaixo) e escore de condição corporal (ECC, de 1 a 5). O ECC das fêmeas foi reavaliado em todas as etapas dos manejos, incluindo as etapas de identificação dos animais, IATF, diagnóstico de gestação aos 30 dias (DG30) após a IATF e diagnóstico de gestação ao final da estação reprodutiva (DG final). O ETR das fêmeas vazias foi avaliado no início das atividades (pré-temporada ou M1), e no DG30 após a IATF e no DG final. Grupos de novilhas de 3 anos em ambas as fazendas foram avaliados quanto ao (ETR) modificado, conforme a Tabela 1.

As fêmeas foram avaliadas individualmente, em troncos de contenção, por meio de exame ginecológico por palpação retal e ultrassonografia em tempo real de Modo B (Infinit 3V, Ultramedic, EUA), com transdutor linear de frequência de 7,5 MHz. O exame ginecológico, baseado em Grunert & Berchtold (1989) e Rosenberger (1993, 2013), e a avaliação do ETR modificado, de acordo com Andersen et al. (1991) e Stevenson et al. (2008), consideraram semiologicamente (a) o tamanho ovariano, a presença, o número, o tamanho, e as características das estruturas ovarianas (folículos, corpos lúteos), e a funcionalidade ovariana (eventos da dinâmica folicular e ovulação), e (b) o tamanho e a forma do útero/cornos uterinos, a espessura/diâmetro e a simetria dos cornos uterinos, o tônus (contratilidade) uterino e a evidência e características de conteúdo intrauterino por avaliação ultrassonográfica.

Tabela 1. Classificação do escore do trato reprodutivo (ETR) modificado, após exame ginecológico por palpação retal e ultrassonografia transretal, com descrição de características ovarianas (tamanho, estruturas, funcionalidade) e contratilidade (tônus) uterina para fêmeas bovinas púberes de corte ou cruzas predominantemente *Bos taurus taurus*

ETR inicial	Status da ciclicidade	Ovários* (tamanho, estruturas, funcionalidade)	Tônus uterino (0 a 3)
1	Anestro profundo (AP)	Ovários muito pequenos (<2 cm)	Muito flácido (0)
		População folicular pequena ou ausente	
		Folículos não atingem a DF	
2	Anestro profundo (AP)	Ovários pequenos (2 cm)	Muito flácido (0) a flácido (1)
		População folicular pequena	
		Folículos atingem DF	
3	Anestro superficial (AS)	Ovários maiores (>2 cm)	Muito flácido (0) a médio (2)
		Funcionalidade folicular incipiente	
		População folicular significativa Folículos em seleção e DF	
4	Iminente: em anestro superficial a cíclica (C)	Ovários funcionais	Flácido (1) a contraído (3)
		População folicular significativa	
		Presença de FD, sem CL evidente	
5†	Cíclica (C)	Ovários funcionais	Médio (2) a contraído (3)
		População folicular significativa	
		Presença de FD, presença de CL	

*Tamanho ovariano e funcionalidade vs. status da ciclicidade ajustados de acordo com a raça e o padrão anatomofisiológico do rebanho

DF: divergência folicular (8,5 mm); DF ou FD: dominância folicular ou folículo dominante (10 a 12 mm de diâmetro); CL: corpo lúteo

ETR modificado: baseado em Andersen et al. (1991) e Stevenson et al. (2008)

Os touros para entoure/repasso dos distintos grupos de fêmeas bovinas submetidas aos diferentes sistemas de acasalamento foram das raças Angus, Brangus e predominantemente Braford (80%) puros de origem, em uma relação touro/vaca de 3 a 4% no entoure/repasso, e de 6 a 8% no período de 18 a 24 dias após a IATF. Todos os touros foram considerados aptos à reprodução após exame andrológico realizado antes do início da estação reprodutiva (03 a 05 de novembro de 2021).

4.2.4 Distribuição dos grupos por categoria e sistema de acasalamento

Na Fazenda Pessegueiro foram examinadas 174 fêmeas nulíparas (novilhas) de 3 anos não suplementadas, sendo selecionadas 103 fêmeas para acasalamento, enquanto na

Fazenda Felício foi avaliada a performance reprodutiva de 582 fêmeas nulíparas, sendo 316 novilhas de 2 anos e 267 novilhas de 3 anos, todas suplementadas com SP.

A quantidade de fêmeas distribuídas nos grupos experimentais transcorreu baseada na disponibilidade de animais, mão-de-obra e estrutura no período que antecedeu o início dos experimentos. Três sistemas de acasalamento foram utilizados durante a temporada reprodutiva de 2021-2022 (Figura 1): (a) monta natural de fêmeas de 2 e 3 anos suplementadas com SP (entoure, n=582), (b) inseminação artificial convencional após observação de estro, seguida de repasse com touros de fêmeas de 3 anos não suplementadas (IA-repasse, n=50/103), e (c) IATF das novilhas de 3 anos não suplementadas que não manifestaram estro, seguido de repasse com touros (IATF-repasse, n=53/103).

4.2.4.1 *Monta natural (entoure)*

Na Fazenda Felício, um total de 582 novilhas de 2 e 3 anos suplementadas com SP foram acasaladas por monta natural de 24/11/2021 a 15/03/2022 (111 dias de temporada reprodutiva, TR), sendo 316 novilhas de 2 anos e 267 novilhas de 3 anos.

4.2.4.2 *Inseminação artificial após estro e repasse com touros (IA-repasse)*

No início da temporada reprodutiva (novembro de 2021), um total de 103 novilhas de 3 anos foram submetidas a um manejo de IA após observação de estro por 15 dias, de 08 a 23/11, com a aplicação de $PG_{F2\alpha}$ sete dias após o início da IA (15/11). As fêmeas inseminadas (50/103 novilhas 48,5%) foram então submetidas ao repasse com touros adultos férteis de 24/11/2021 a 15/03/2022 (130 dias de TR, Figura 1).

4.2.4.3 *IATF (IATF-repasse)*

As fêmeas de 3 anos que não foram inseminadas (53/103 novilhas) foram incluídas em um protocolo de IATF (Figura 1). As fêmeas foram submetidas ao início do protocolo hormonal em primeiro manejo (M1) em 29/11/2021, com a IATF em 10/12/2021. A IATF foi realizada por via intrauterina $47,0 \pm 1,2$ h após a remoção do dispositivo intravaginal de P4. As fêmeas foram então submetidas ao repasse com touros de 24/12/2021 a 15/03/2022 (95 dias de TR). O DG30 da IATF foi realizado em 04/01/2022.

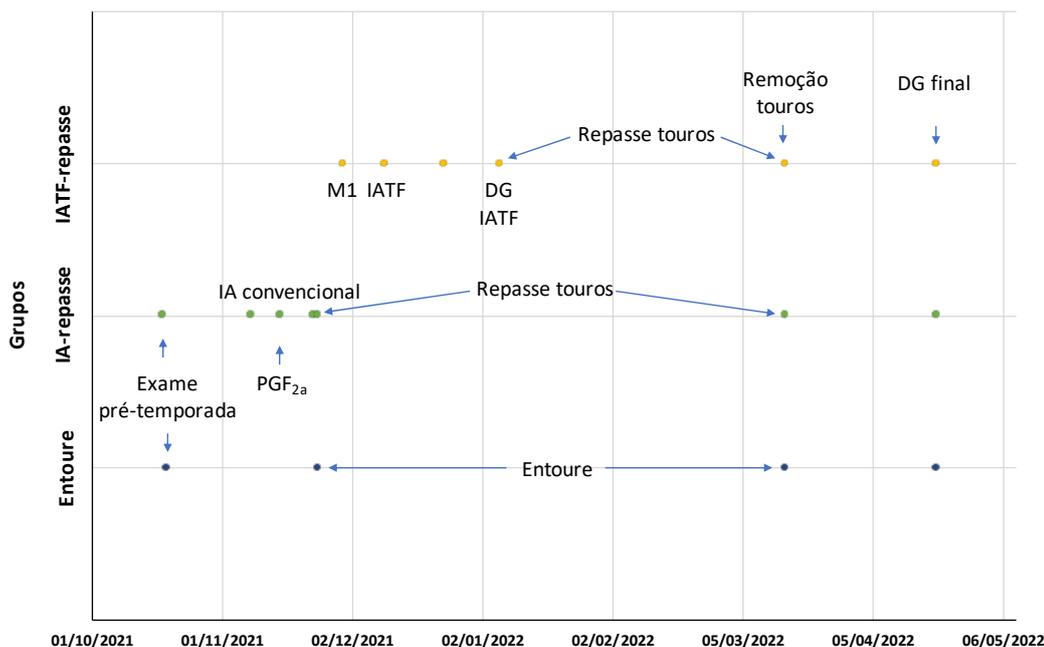


Figura 1. Diagrama cronológico das atividades com fêmeas bovinas de corte na temporada reprodutiva de 2021-2022, incluindo (a) entoure de novilhas de 2 e 3 anos; (b) novilhas inseminadas após estro e subsequentemente repassadas com touros; e (c) fêmeas submetidas à IATF, seguida do repasse subsequente com touros. PGF_{2a}: dose de análogo sintético comercial de prostaglandina F_{2α}; M1: primeiro manejo de início de protocolos de IATF; DG IATF: diagnóstico gestacional por ultrassonografia 30 dias após a IATF. DG final: diagnóstico de gestação final após a remoção dos touros.

Após o final da temporada reprodutiva, todas as fêmeas de todos os sistemas de acasalamento foram submetidas ao diagnóstico final de gestação (18/04/2022) por palpação retal e ultrassonografia, sendo avaliadas também quanto ao *status* reprodutivo (prenhez, ETR das vazias), peso corporal e ECC, com a introdução de sistema eletrônico de identificação individual dos animais e de balanças eletrônicas para controle de peso.

4.2.5 Protocolo de sincronização da ovulação e inseminação artificial em tempo fixo

As fêmeas de 3 anos foram submetidas a um protocolo hormonal baseado em ésteres de estradiol e progesterona (P4), que consistiu de 2 mg de benzoato de estradiol (i.m.; 1 mg/mL; EB; Syncrogen® GlobalGen, São Paulo, Brasil) e inserção de um dispositivo de liberação intravaginal de progesterona (1,0 g de P4; Repro Neo®) no Dia 0 (M1). O dispositivo intravaginal P4 foi removido no Dia 8, com a administração i.m. de 0,526 mg (0,263 mg/mL d-cloprostenol; Induscio®, GlobalGen), 1 mg de cipionato de estradiol (2mg/mL Cipion®; GlobalGen), e 300 UI de gonadotrofina coriônica equina (eCGen®; 5000 UI; GlobalGen). Paralelamente à remoção do dispositivo intravaginal, a garupa e o início da cauda foram marcados com tinta marcadora (Walmur, Brasil). O estro

foi considerado como positivo quando mais de 90% da tinta havia sido removida no momento da IATF.

4.2.6 Inseminação artificial

A IA com observação de estro foi realizada por via intrauterina com sêmen bovino congelado comercial de fertilidade certificada, cerca de 12 h após a detecção do estro, que era realizada ao amanhecer e antes do anoitecer, por pelo menos 40 min de observação por sessão.

4.2.7 Análise estatística dos dados

Os dados qualitativos entre os grupos, por experimento, foram comparados pelo teste do X^2 Quadrado, comparando-se as taxas de prenhez por grupo, para $P < 0,05$. Os dados quantitativos entre os grupos, por experimento, foram comparados por ANOVA (Proc GLM), com comparações pareadas pelo Teste de Tukey, incluindo as variáveis para peso, ECC e ETR. A análise estatística foi realizada utilizando o pacote estatístico do programa Minitab (State College, EUA), para $P < 0,05$.

4.3 Resultados

Um total de 316 novilhas de 2 anos e de 267 novilhas de 3 anos suplementadas com sal proteinado (SP) durante o inverno e primavera (julho a novembro de 2021) foram comparadas quanto à performance reprodutiva após monta natural com touros férteis, de 24/11/2021 a 15/03/2022, em 111 dias de período de entoure, para um total de 582 novilhas (Fazenda Felício). Outro grupo de 103 novilhas de 3 anos não suplementadas (NS), de um total de 174, foi submetido a dois sistemas de acasalamento, sendo inicialmente submetidas à IA convencional após observação de estro (50/103, 48,5%), no início da temporada (08 a 23/11/2021), com as demais fêmeas remanescentes sendo submetidas à IATF (53/103, 51,5%), em 10 de dezembro de 2021 (Fazenda Pessegueiro). Um grupo de 71 destas novilhas foi descartado, conforme abaixo. Após a IATF, todas as novilhas foram submetidas ao repasse com touros a partir de 24/12/2021, em 127 dias de período reprodutivo.

4.3.1 Pré-temporada reprodutiva

Aproximadamente um mês antes da temporada de monta (18-19/10/2021), realizaram-se avaliações de novilhas de 3 anos (SP e NS) quanto aos escores corporais e reprodutivos, para se obter parâmetros de estimativa de rebanho para esta idade (Tabela 2). Uma parcela de 53 novilhas de 3 anos do grupo SP (20%, 53/263) foi avaliada na Fazenda Felício, enquanto 141 novilhas de 3 anos do grupo NS (81%, 141/174) foram avaliadas na Fazenda Pessegueiro, sendo selecionadas 70 fêmeas (33 fêmeas não foram avaliadas), com um grupo de 71 fêmeas (40,8%) sendo destinadas a descarte por baixa qualidade zootécnica com base em tamanho/desenvolvimento, ECC e baixo índice de ciclicidade. Aproximadamente 1/3 das fêmeas avaliadas eram de raças sintéticas (Brangus, Braford). O grupo de fêmeas do grupo SP apresentou melhores escores médios de pelagem, ECC, diâmetro uterino e maior presença de estruturas no ovário esquerdo e menor no direito do que novilhas NS. Não houve diferença quanto ao grau médio de tônus uterino, tamanho de ovários e ETR entre os grupos SP e NS (Tabela 2).

Não houve diferenças entre os grupos NS e SP em termos de ciclicidade, sendo de 44,3% (31/70) e 41,5% (22/53) de fêmeas cíclicas (ETR 4 e 5), e de 55,7% (39/70) e 58,5% (31/53) de fêmeas em anestro, sendo 34,2% (24/70) e 34,0% (18/53) em AP (ETR 1 e 2), e 21,4% (15/70) e 24,5% (13/53) em AS (ETR 3), respectivamente. Um total de 17,1% (12/70) e 17,0% (9/53) apresentaram ETR 1 ou 2, 21,4% (15/70) e 24,5% (13/53) em ETR 3, 12,9% (9/70) e 5,7% (3/53) em ETR 4, e 31,4% (22/70) e 35,8% (19/53) em ETR 5, respectivamente para os grupos NS e SP, sendo semelhantes.

Tabela 2. Características físicas, nutricionais e do trato reprodutivo/ciclicidade (LSM \pm SEM) em fêmeas nulíparas de corte de 3 anos suplementadas (SP) ou não (NS) com sal proteínado de julho a novembro de 2021, com avaliação na pré-temporada reprodutiva (outubro de 2021)

Novilhas 3 anos	Shedding ¹	ECC ²	G ³ (cm)	C ⁴	T _{OE} (mm) ⁵	T _{OD} (mm) ⁵	E _{OE} ⁶	E _{OD} ⁶	ETR ⁷
NS (n=70)	2,19 \pm 0,09 ^b	2,76 \pm 0,04 ^b	1,29 \pm 0,12 ^b	1,17 \pm 0,10 ^a	20,9 \pm 0,7 ^a	22,4 \pm 1,0 ^a	0,69 \pm 0,08 ^b	0,67 \pm 0,09 ^a	3,24 \pm 0,18 ^a
SP (n=53)	2,70 \pm 0,01 ^a	2,85 \pm 0,04 ^a	1,72 \pm 0,06 ^a	1,09 \pm 0,01 ^a	19,1 \pm 0,5 ^a	21,3 \pm 0,8 ^a	0,92 \pm 0,09 ^a	0,43 \pm 0,08 ^b	3,26 \pm 0,21 ^a

^{a,b}: números seguidos de letras desiguais na coluna diferem, para P<0,05

NS: não suplementadas; SP: suplementadas com sal proteínado de julho a novembro de 2021; 1: *Shedding score*, 1 a 5; 2: Escore de Condição Corporal (ECC), 1 a 5; 3: G, diâmetro dos cornos uterinos, cm; 4: C, contratilidade ou tônus uterino, 0 a 3; 5: T, tamanho do ovário; OD: ovário direito; OE: ovário esquerdo, mm; 6: E, estruturas ovarianas, 0, sem estruturas; 1, folículos; 2, CL; OD: ovário direito; OE: ovário esquerdo; 7: Escore do Trato Reprodutivo (ETR), 1 a 5

A Figura 2 apresenta a variação dos escores corporais e reprodutivos em novilhas de corte de 3 anos com (SP) e sem (NS) suplementação em avaliação na pré-temporada reprodutiva, de acordo com o *status* da ciclicidade, para fêmeas em anestro profundo (AP), anestro superficial (AS) e cíclicas (C).

Não houve diferenças quanto aos ECC entre os grupos SP e NS para cada estado de ciclicidade, mas as fêmeas suplementadas (SP) em AP e em AS apresentaram melhores escores de pelagem (*shedding score*) do que as fêmeas em AP e em AS do grupo não suplementado (NS), não havendo diferenças entre as fêmeas cíclicas entre os grupos (Fig. 2a). Tal diferença em *shedding score* nas fêmeas em AP e AS se deve a uma menor evolução na troca de pelo no grupo NS, visto neste grupo, as fêmeas em AP e em AS apresentarem menor estado de pelagem do que as fêmeas cíclicas. Da mesma forma, no grupo NS, as fêmeas em AP apresentaram um menor ECC do que as fêmeas cíclicas, com as fêmeas em AS apresentando ECC intermediário entre as demais, enquanto não houve diferença em ECC entre estados de ciclicidade no grupo SP. Isto denota um efeito positivo da suplementação sobre a pelagem e ECC já na pré-temporada em relação ao grupo não suplementado, o qual manifestou tais diferenças nas fêmeas em anestro. A suplementação melhorou as condições de pelagem e ECC nas fêmeas em anestro, mesmo não tendo melhorado a proporção de fêmeas em diferentes estados de ciclicidade em comparação ao grupo NS.

No escore uterino (Fig. 2b), houve diferenças entre grupos somente no diâmetro uterino entre as fêmeas em AS, sendo maiores nas fêmeas suplementadas, não havendo diferenças entre grupos em diâmetro entre fêmeas em AP e cíclicas, e de tônus uterino entre grupos e em cada estado de ciclicidade. Já dentro de cada grupo, houve diferenças significativas entre estados de ciclicidade quanto ao tônus uterino, com valores menores em novilhas em AP, crescentes para as em AS, e superiores para as fêmeas cíclicas, em ambos os grupos (NS e SP). No grupo SP, fêmeas em AP apresentaram diâmetro uterino menor do que fêmeas em AS e C, enquanto as fêmeas cíclicas no grupo NS apresentaram diâmetro uterino médio maior do que as fêmeas em AP, com as fêmeas em AS sendo semelhantes às fêmeas cíclicas e em AP. Novamente, a suplementação melhorou as condições uterinas, manifestado por melhora no diâmetro uterino nas fêmeas em AS no grupo SP em comparação ao grupo NS.

No escore ovariano (Fig. 2c), não houve diferenças em tamanho de ovários e presença de estruturas ovarianas entre grupos em cada estado de ciclicidade. Porém, dentro

de cada grupo (NS e SP), o tamanho ovariano foi maior nas fêmeas cíclicas do que nas fêmeas em AP, com as fêmeas em AS sendo semelhantes às fêmeas cíclicas e às em AP. Também houve diferenças entre os três estados de ciclicidade em cada grupo quanto à presença de estruturas ovarianas. Tais respostas são esperadas, visto que ovários com um corpo lúteo (C) apresentam maiores diâmetros, e ovários com folículos (AS) apresentam tamanhos intermediários, demonstrando a tendência a maior funcionalidade ovariana e gradual retorno à função reprodutiva. Já ovários sem estruturas de significância (< 8 mm) possuem menor atividade ovariana e população folicular, sendo desta forma menores, demonstrando uma menor atividade neuroendócrina.

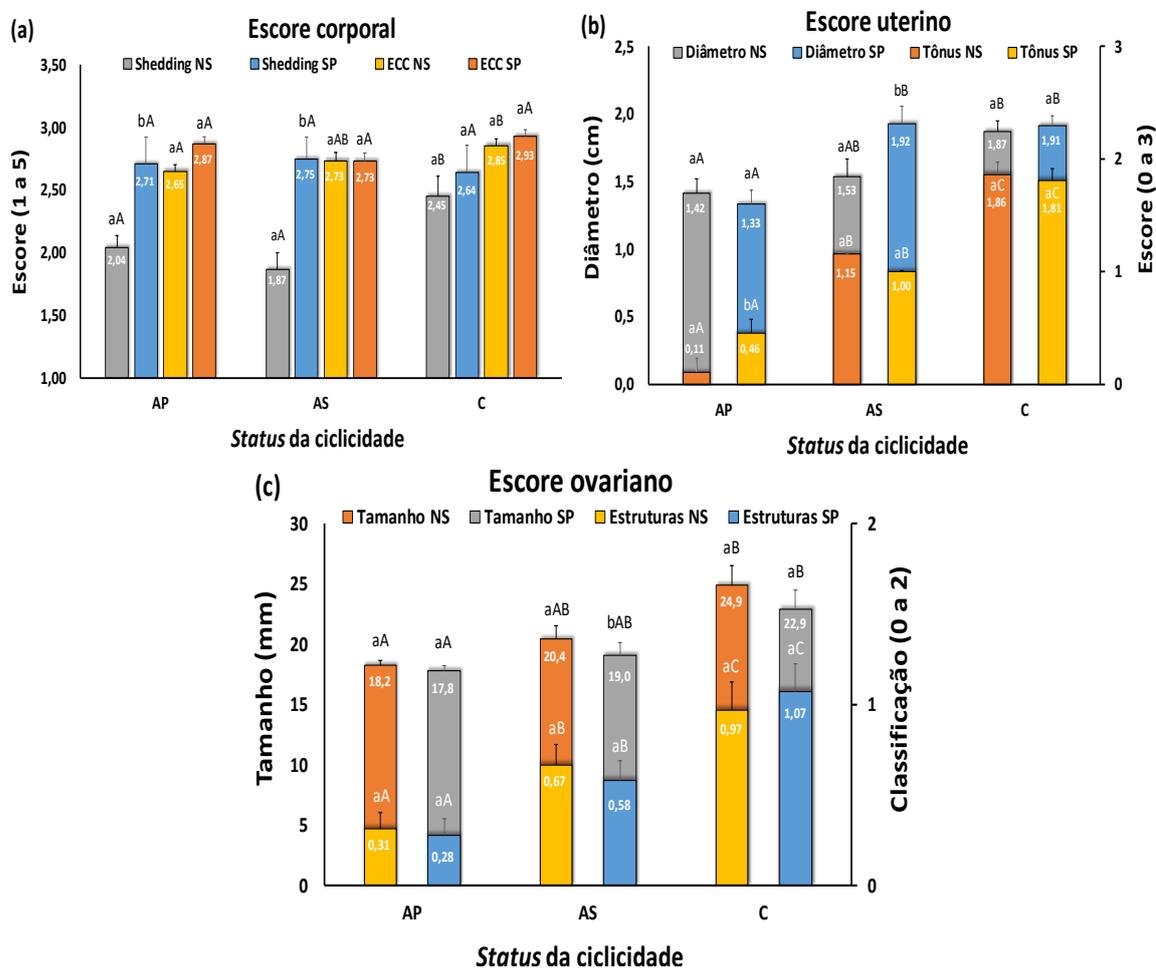


Figura 2. Escores corporais e reprodutivos em grupos de novilhas de corte de 3 anos suplementadas (SP) ou não (NS) com sal proteinado de julho a novembro de 2021, com avaliação na pré-temporada reprodutiva (outubro de 2021), de acordo com o *status* da ciclicidade, para fêmeas em anestro profundo (AP), anestro superficial (AS) e cíclicas (C). (a) Escores da pelagem (*shedding score*) e de condição corporal. (b) Escores de diâmetro dos cornos uterinos e contratilidade ou tônus uterino. (c) Escores de tamanho ovariano e de presença de estruturas nos ovários (0, sem estruturas; 1, presença de folículos > 8 mm; 3, presença de corpo lúteo). a,b,c: letras desiguais na coluna, para o mesmo parâmetro entre grupos e dentro de cada *status* de ciclicidade, diferem, para $P < 0,05$. A,B: letras desiguais na coluna, para o mesmo parâmetro em cada grupo e entre cada *status* de ciclicidade, diferem, para $P < 0,05$.

4.3.2 Temporada reprodutiva

As fêmeas do grupo SP, submetidas à monta natural de 24/11/2021 a 15/03/2022, alcançaram uma taxa de prenhez final geral de 66,7% (388/582). Houve uma menor taxa de prenhez nas fêmeas de 2 anos (61,1%, 193/316) em comparação às novilhas de três anos (73,4%, 196/267), sendo ambas menores do que as fêmeas do grupo NS, submetidas à IA com estro ou IATF seguidas de repasse com touros, que alcançaram uma taxa de prenhez final de 88,3% (91/103). Das fêmeas do grupo NS, a taxa de prenhez final após a IA com estro e repasse foi de 83,0% (39/47), sendo semelhante à taxa de prenhez final do grupo SP de 3 anos. A taxa de prenhez após a IATF foi de 53,6% (30/56), sendo semelhante à taxa de prenhez do grupo SP de fêmeas de 2 anos. Das fêmeas vazias após a IATF e submetidas ao repasse com touros, 42,9% (24/56) do total foram diagnosticadas prenhes ao DG final, com a taxa de prenhez final após a IATF e o repasse com touros no DG final sendo de 92,9% (52/56). As taxas de prenhez de IATF sobre o número de prenhez totais obtidas no grupo da IATF e sobre o número total de fêmeas no DG final foram de 53,4% (28/52) e 30,8% (28/91), respectivamente.

Uma proporção de 82,1% (46/56) das fêmeas do grupo NS apresentaram sinais de estro à IATF, com 54,3% (25/46) resultando prenhes ao DG da IATF, com duas perdendo a gestação e resultando vazias ao DG final. Das 21 vazias, 19 (90,5%) resultaram prenhes pelo repasse do touro, ao DG final. Houve 16,1% (9/56) de dúvidas na manifestação de estro, com 55,6% de prenhez após a IATF (5/9), com as quatro fêmeas vazias resultando prenhes ao DG final. Uma fêmea (1/56, 1,8%) não manifestou sinais de estro, resultando vazia após o DG da IATF, mas prenhe pelo repasse com touro ao DG final.

Das fêmeas vazias no grupo SP ao final da temporada, 32,5% (63/194) estavam cíclicas e 67,5% ainda em anestro (131/194), sendo 22,7% em AP (44/194) e 44,8% em AS (87/194). Houve uma menor proporção de fêmeas cíclicas nas novilhas de 2 anos (18,7%, 23/123) do que nas de 3 anos (56,3%, 40/71), com a proporção de fêmeas em AS sendo semelhantes entre as fêmeas de 2 (45,5%, 56/123) e 3 (43,7%, 31/71) anos. Houve fêmeas em AP somente nas novilhas de 2 anos (35,8%, 44/123). No grupo NS, das fêmeas vazias ao DG final dos grupos IATF e IA convencional seguidas de repasse com touros, 75,0% (3/4) e 12,5% (1/8) estavam cíclicas, e 25,0% (1/4) e 87,5% (7/8) estavam em AS, respectivamente.

Ao DG final, as fêmeas de 2 anos apresentaram peso corporal médio ($301,8 \pm 1,9$ kg), ECC ($2,616 \pm 0,021$) e idades gestacionais ($2,689 \pm 0,052$ meses) menores do que as

novilhas de 3 anos ($378,3 \pm 2,5$ kg, $2,887 \pm 0,022$ e $2,918 \pm 0,028$ meses, respectivamente). Fêmeas vazias em AS e AP (2 anos) e em AS (3 anos) tiveram pesos médios significativamente menores ao DG final do que fêmeas de 2 anos cíclicas e de 3 anos prenhes (Figura 3a). Novilhas de 2 anos em AP tiveram um ECC menor do que fêmeas prenhes, cíclicas ou em AS, enquanto fêmeas de 3 anos em AS alcançaram ECC menor do que novilhas cíclicas, sendo semelhantes às prenhes (Figura 3b). Tais características denotam as menores taxas de prenhez e de maior proporção e “profundidade” de anestro nas fêmeas de 2 anos em comparação às fêmeas de 3 anos.

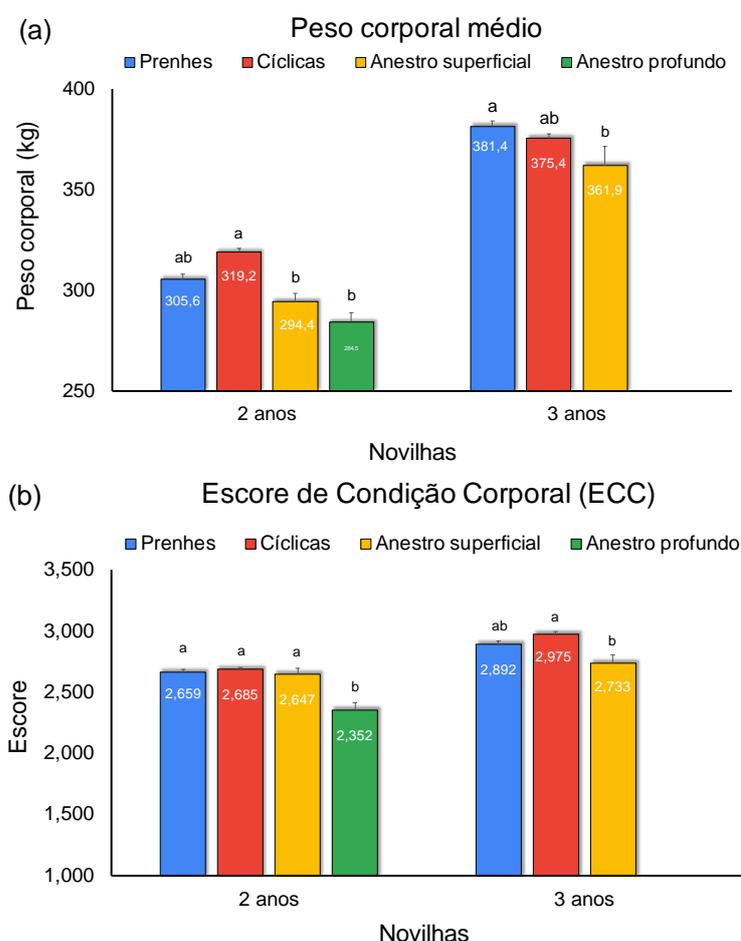


Figura 3. Peso corporal médio (kg) e escore de condição corporal (ECC, 1 a 5) em novilhas de corte de 2 e 3 anos ao diagnóstico de gestação final após a temporada reprodutiva de 2021-2022, para as fêmeas prenhes e fêmeas vazias, de acordo com o status de ciclicidade em anestro profundo (AP), anestro superficial (AS) e cíclicas (C). a,b: letras desiguais na coluna, para cada idade das novilhas, diferem, para $P < 0,05$.

No grupo NS, o total de 103 novilhas acasaladas apresentou um peso médio, ECC e idade gestacional média no DG final de $386,0 \pm 4,4$ kg, $4,068 \pm 0,020$ e $3,110 \pm 0,074$ meses, respectivamente. Não houve diferenças no peso corporal médio entre as fêmeas de

IA convencional/repassa (388,7 ± 6,6 kg), as de IATF/repassa (383,8 ± 6,0 kg), e as do grupo SP de 3 anos (378,3 ± 2,5 kg), sendo todos maiores do que as fêmeas SP de 2 anos. O ECC foi semelhante entre as fêmeas do grupo NS de IA ou IATF (4,048 ± 0,029 vs. 4,085 ± 0,027), mas superiores às fêmeas do grupo SP de 2 ou 3 anos.

Não houve diferença de peso corporal médio entre fêmeas prenhes (387,2 ± 4,7 kg) e vazias (377,0 ± 13,0 kg) ao DG final entre os grupos de fêmeas de 3 anos. Já as fêmeas prenhes de 3 anos apresentaram um maior ECC ao DG final (4,088 ± 0,020) do que as fêmeas vazias (3,917 ± 0,056). No grupo IATF, não houve diferença entre fêmeas prenhes e vazias no ECC ao DG após a IATF (3,018 ± 0,071 vs. 3,187 ± 0,215) e ao final da temporada (4,098 ± 0,032 vs. 3,979 ± 0,097), com incrementos de ECC no período também semelhantes (1,080 ± 0,080 vs. 0,793 ± 0,237, em cerca de 100 dias), respectivamente.

As duas perdas gestacionais pós-DG-IATF (2/30, 6,7%), com diagnóstico de prenhez negativo após o repasse de touros no DG final, não apresentaram diferenças no peso corporal médio (353,5 ± 10,4 kg) em comparação às fêmeas prenhes de IATF (385,4 ± 8,60 kg), de repasse após a IATF (384,4 ± 9,2 kg) e de IA/repassa (390,3 ± 7,3 kg). Porém, houve menor ECC e incremento de ECC do DG após a IATF ao DG final nestas fêmeas (3,875 ± 0,067 e 0,625 ± 0,200) em comparação às prenhez de IATF (4,047 ± 0,043 e 0,984 ± 0,105), de repasse após a IATF (4,146 ± 0,050 e 1,167 ± 0,121) e ECC das prenhez após IA/repassa (4,083 ± 0,031).

Em geral, o ECC ao DG final foi diferente entre fêmeas prenhes (4,083 ± 0,040), vazias cíclicas (4,000 ± 0,240) e vazias em anestro superficial (3,857 ± 0,091), sendo semelhantes entre as fêmeas no grupo IATF (3,750 ± 0,170 para fêmeas em AS, 4,125 ± 0,287 para cíclicas e 4,089 ± 0,032 para prenhes), mas pronunciadas entre as fêmeas em AS (3,844 ± 0,068) e as fêmeas prenhes (4,088 ± 0,020) no grupo de IA convencional, com as fêmeas cíclicas sendo semelhantes às demais (4,063 ± 0,096). Não houve diferença entre fêmeas em AS, cíclicas e prenhes quanto ao peso médio por grupo ou em todas as fêmeas (378,7 ± 17,6, 399,0 ± 46,5, 390,3 ± 17,6 kg), e de ECC ao DG após a IATF (3,500 ± 0,368, 3,000 ± 0,260, 3,027 ± 0,070) e incremento de ECC do DG após a IATF e DG final no grupo IATF (0,250 ± 0,406, 1,125 ± 0,287, 1,063 ± 0,077), respectivamente.

Em termos gerais, não houve diferenças em taxas de prenhez, peso corporal médio, escore de condição corporal e variação da ECC entre diagnósticos de prenhez ao DG final em novilhas, conforme a base genética ancestral paterna ou materna e padrão racial (europeu, sintético, sem definição, sendo Europeu: Angus negro, Angus vermelho,

Hereford, Charolês; Sintética: Brangus negro, Brangus vermelho, Braford; SRD: cruzas sem padrão racial definido/determinado), por tipo de serviço (monta natural, IATF/entoure ou IA/entoure). Fêmeas com genética ancestral paterna europeia e sintética possuíram prenhez mais avançadas ($2,879 \pm 0,387$ e $2,727 \pm 0,173$ meses, respectivamente) do que fêmeas sem definição de raças ($1,673 \pm 0,583$ meses), o que também foi observado no grupo de IATF e repasse, mas não nos grupos de monta natural e de IA convencional e repasse. Na IATF, fêmeas com base ancestral paterna europeia apresentaram menor ECC ($2,781 \pm 0,148$), mas maior incremento em ECC do DG da IATF ao DG final ($1,302 \pm 0,176$) do que fêmeas sem padrão definido ($3,578 \pm 0,331$ e $0,225 \pm 0,394$), com as fêmeas com padrão de raças sintéticas sendo semelhantes às demais ($3,076 \pm 0,068$ e $1,037 \pm 0,081$), resultando em ECCs semelhantes ao DG final ($4,083 \pm 0,079$, $4,113 \pm 0,036$ e $3,803 \pm 0,176$, para os padrões europeu, sintético e sem definição, respectivamente).

A distribuição de número de fêmeas prenhes e vazias e curvas de prenhez pelo ECC ao DG final nos distintos grupos de novilhas são apresentados na Figura 4. Novilhas de 2 anos do grupo SP concentraram a frequência de prenhez em ECCs menores (2,25 a 3,00) do que as novilhas de 3 anos dos grupos SP (2,75 e 3,25) e NS (4,00 a 4,25). Nas novilhas do grupo SP, taxas de prenhez mais significativas (>60%) foram observadas em fêmeas com $ECC > 2,5$, enquanto para as novilhas NS o ECC para a obtenção ou observação de taxas de prenhez >60% foi mais elevado (>3,50).

A previsão de partos para a temporada de parição de 2022 de acordo com a idade das novilhas diagnosticadas prenhes ao final da temporada e tipo de serviço é apresentada na Figura 5, abaixo. As partições estavam previstas a partir da segunda quinzena de agosto a início de setembro, com as partições de IATF previstas a partir da segunda quinzena de setembro. Quase 90% das fêmeas tiveram previsão de partos até o final do mês de outubro de 2022 (427/480), período previsivelmente mais favorável para a recuperação pós-parto e submissão à próxima temporada reprodutiva, importante para estas fêmeas, que serão primíparas na próxima temporada reprodutiva (Fig. 5a). A distribuição de partos na temporada de parição foi diferente entre as novilhas, conforme a idade, e mesmo dentro de cada grupo por idade e no total das fêmeas. As fêmeas do grupo da IATF apresentaram idades gestacionais médias mais avançadas ($3,429 \pm 0,147$ meses) do que às submetidas à IA convencional seguida de repasse com touros ($3,110 \pm 0,075$ meses), e do que as fêmeas de 3 anos ($2,918 \pm 0,028$ meses) do grupo SP, ao DG final, com as fêmeas de 2 anos do grupo SP sendo diferente dos demais grupos de fêmeas ($2,694 \pm 0,053$ meses).

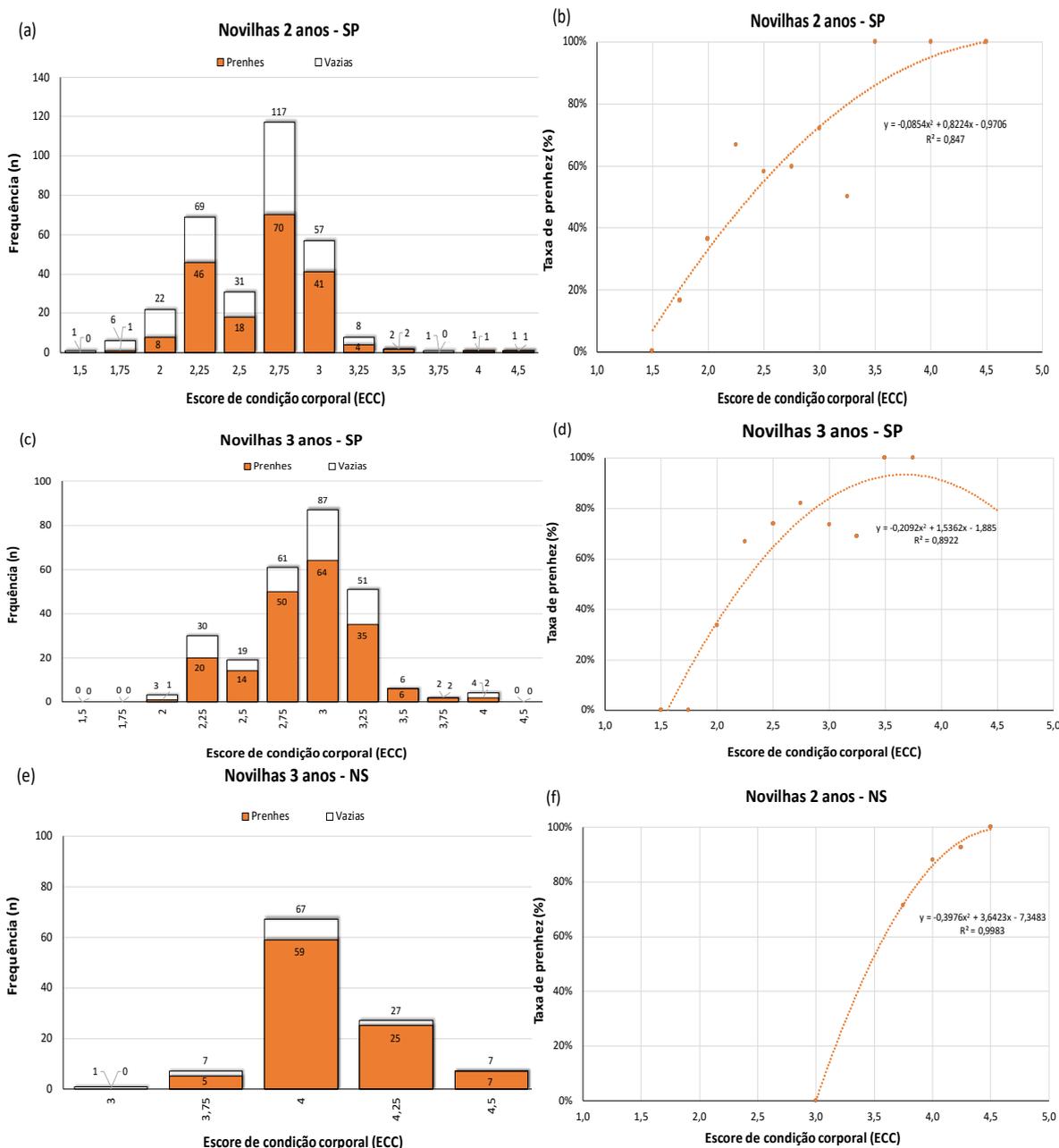


Figura 4. Frequência de novilhas prenhes e vazias por escore de condição corporal (ECC) e distribuição da taxa de prenhez pelo ECC em novilhas de 2 anos suplementadas (a e b), de 3 anos suplementadas (c e d) e de 3 anos não suplementadas (e e f).

Nas fêmeas do grupo SP, as fêmeas de 3 anos concentraram as prenhez e partições mais para o início da temporada de monta e de partição (Fig. 5b), com 56,6% e 95,9% com previsão de parto para o início e meio da temporada, sendo superior a todos as fêmeas de todos os grupos. Já as fêmeas SP de 2 anos atrasaram a concepção mais para o meio da temporada de cobertura (60,1%), com partições concentradas mais tardiamente. O aumento de concentração das novilhas de 3 anos no grupo SP para partição para o início da temporada, com menor proporção de fêmeas concebendo no final da temporada

reprodutiva, denota maior fertilidade no início da estação reprodutiva muito em função da idade, peso e ECC com efeito na ciclicidade, enquanto as novilhas de 2 anos tardaram mais para conceber já dentro da estação reprodutiva, concentrando as previsões de partos mais para o meio e final da temporada.

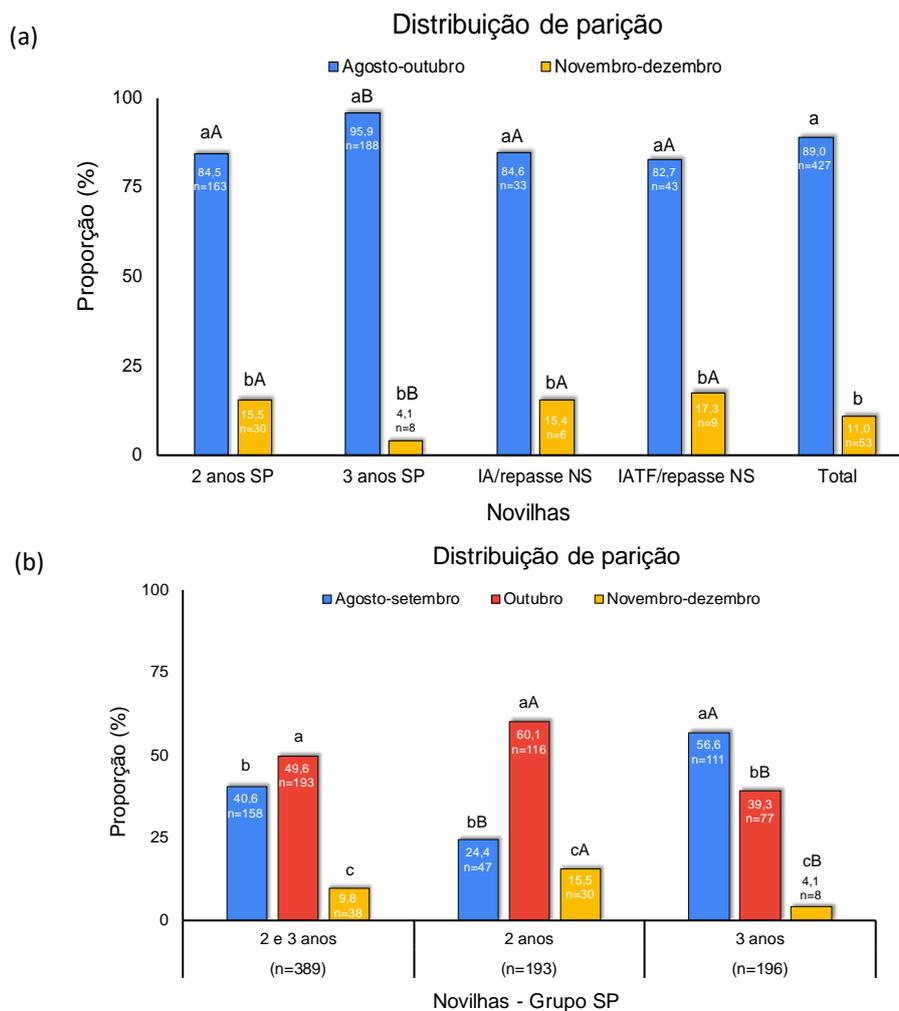


Figura 5. Distribuição das previsões de parto em novilhas de corte de 2 e 3 anos de acordo com temporada de partição agosto a dezembro), (a) de acordo com o sistema de acasalamento, conforme o grupo (NS ou SP), e (b) com distribuição de partição em início, meio e final entre novilhas de 2 e 3 anos no grupo SP. a,b,c: letras desiguais na coluna, para cada grupo por idade das novilhas, diferem, para $P < 0,05$. A,B: letras desiguais na coluna, para cada período de previsão de partos na temporada de partição entre novilhas de 2 e 3 anos, diferem, para $P < 0,05$.

No grupo NS, conforme esperado, as idades gestacionais foram diferentes conforme o sistema de acasalamento, sendo de $4,000 \pm 0,102$ meses para as fêmeas prenhes por IATF, e de $2,667 \pm 0,118$ e $2,821 \pm 0,070$ meses para as fêmeas prenhes após repasse com touros seguido da IATF ou da IA convencional, respectivamente, ao DG final. Infelizmente, salienta-se que o diagnóstico de gestação final das fêmeas do grupo IA/estro

e repasse não foi submetido à distinção quanto a idades maiores do que 120 dias de gestação, não havendo discriminação de fêmeas com prenhez mais avançadas de IA ou de entoure no ciclo subsequente.

4.4 Discussão

Uma das características econômicas mais importantes na produção de bovinos de corte é o desempenho reprodutivo das fêmeas. A proporção de animais nascidos e desmamados em relação ao número de fêmeas do rebanho determina grande parte da rentabilidade da atividade (PÖTTER et al., 2000; BERETTA et al., 2001).

Não se observou diferença significativa para todas as fêmeas entre os grupos NS e SP para as variáveis que assinalam ciclicidade (diâmetro dos cornos uterinos, contratilidade ou tônus uterino, tamanho do ovário, presença de estruturas ovarianas), caracterizando o ETR como homogêneo entre os grupos, não considerando o *status* reprodutivo (AP, AS, C). Isto sugere que a suplementação não exerceu influência sobre o desempenho reprodutivo pelo ETR, em cada grupo como um todo, apesar da variação dos escores corporais entre grupos, o que registra claramente ser o peso vivo/ECC a variável de maior expressão na manifestação da atividade reprodutiva em novilhas (HESS et al., 2005). Isto denota um efeito positivo da suplementação sobre a pelagem e ECC já na pré-temporada em relação ao grupo não suplementado, o qual manifestou diferenças nas fêmeas em anestro. A suplementação melhorou as condições de pelagem e ECC nas fêmeas em anestro, mesmo não tendo melhorado a proporção de fêmeas em diferentes estados de ciclicidade em comparação ao grupo NS, mas indica um balanço energético potencialmente mais favorável ao início da atividade hipotalâmica-hipofisiária-gonadal. Considerando a estatificação por *status* reprodutivo (AP, AS, C), de fato foram observadas variações no ETR para fêmeas bovinas púberes de corte ou cruzas predominantemente *Bos taurus taurus* suplementadas, manifestadas pela variação superior da morfometria uterina nas fêmeas em AS no grupo SP em comparação ao grupo NS, o que sugere que a suplementação exerceu influência sobre as características reprodutivas, quando estratificado o *status* reprodutivo.

Houve menor proporção de fêmeas cíclicas nas novilhas de 2 anos do que nas de 3 anos, com a idade e o crescimento ponderal sendo fatores de influência sobre o desempenho reprodutivo. Contudo, Chapman et al. (1978), avaliando as taxas de prenhez

de novilhas Hereford de 15 ou 24 meses e acasaladas com pesos semelhantes, não observaram efeitos da faixa etária sobre os parâmetros reprodutivos mencionados, o que registra novamente ser o peso vivo a variável mais importante na manifestação da atividade reprodutiva em novilhas (HESS et al., 2005). Experimento semelhante conduzido por Morrison et al. (1992) não demonstrou diferenças na porcentagem de prenhez para ambas as idades ao final do período reprodutivo. É provável que as diferenças tenham decorrido principalmente do efeito marcante do peso ao início do acasalamento sobre o desempenho reprodutivo, mas neste trabalho, não pudemos obter esta informação antes do DG final.

A suplementação influenciou as condições uterinas, demonstrado por evolução no diâmetro uterino nas fêmeas em distintos estados cíclicos. É provável que com o aumento do ECC e com a maior maturidade das novilhas, as possibilidades de aparecimento de estros seriam superiores (COHEN et al., 1980), resultando em taxa superior de prenhez. Para ter resultados positivos, a suplementação, necessita de uma interação entre vários fatores, como a oferta e a qualidade da forragem, o nível e o tempo de suplementação e a prévia condição corporal das vacas (VASCONCELOS et al., 2017). A base genética ancestral paterna ou materna e padrão racial não influenciaram nos índices de prenhez, peso corporal médio, escore de condição corporal e variação da ECC entre diagnósticos de prenhez ao DG final nas novilhas.

Vários estudos já demonstraram uma relação positiva entre o peso vivo no primeiro acasalamento e a taxa de natalidade subsequente em novilhas Angus e Hereford (CARTER & COX, 1973; ELLIS, 1974; MILAGRES et al., 1979) e em outras raças (SAWYER et al., 1991a). A economicidade do peso, no início do acasalamento, dentro de cada tratamento, depende do valor marginal dos bezerros obtidos e alimentos, os quais podem ser suplementos caros quando a disponibilidade e qualidade das pastagens é limitante.

Segundo Wiltbank et al. (1985), as novilhas devem atingir 65 a 70% do seu peso adulto na maturidade sexual e devem estar em condição corporal moderada no início de sua primeira estação de acasalamento. A suplementação em pastagens é uma prática que envolve custos adicionais significativos ao sistema de produção e deve ser usada de forma estratégica. Os incrementos em ganho de peso devem estar relacionados ao planejamento forrageiro para a categoria animal envolvida, o qual muitas vezes envolve períodos com pastagens de alta qualidade e outras de qualidade limitante. Neste estudo, as fêmeas permaneceram em campo nativo durante o inverno, caracterizado pela expectativa de baixa

disponibilidade de forragem em todos os grupos. A suplementação com sal proteinado nas fêmeas de 2 e 3 anos parece terem demonstrado uma ligeira vantagem frente às não suplementadas de 3 anos em termos de momento da concepção durante a estação reprodutiva. O aumento de concentração das novilhas de 3 anos no grupo SP para parição para o início da temporada, com menor proporção de fêmeas concebendo no final da temporada reprodutiva, denota maior fertilidade no início da estação reprodutiva muito em função da idade, peso e ECC com efeito na ciclicidade, com a suplementação exercendo papel favorável, mas possivelmente não tão significativo sobre a fertilidade mais precoce. Já as novilhas de 2 anos tardaram mais para conceber já dentro da estação reprodutiva, concentrando as previsões de partos mais para o meio e final da temporada, possivelmente, como já mencionado, pelo menor peso ao início da estação reprodutiva e acasalamento, o que tem relação com o início da ciclicidade. A estratégia alternativa para estas novilhas é a IATF, pois haverá indução de ciclicidade mais precocemente, prenhez mais concentradas na primeira metade da temporada, maior avanço genético e seleção de touros com facilidade de parto (BARUSELLI et al., 2006). Deve-se, não obstante, dar atenção especial à nutrição e crescimento ponderal das fêmeas até o parto e no pós-parto (POTTER & LOBATO, 2004; LOBATO & MAGALHÃES, 2001). Potencialmente, tais fêmeas tendem a falhar com maior probabilidade na temporada subsequente como primíparas, em comparação às novilhas de 3 anos (VALENTIM et al., 2019).

O entoure traz a vantagem de ser uma alternativa quando não há condições estruturais, logísticas, técnicas de mão-de-obra para aplicar a IA/IATF em larga escala, como foi o caso naquele ano. Também traz a vantagem do “efeito touro” desde cedo sobre a indução de ciclicidade nas fêmeas acíclicas. As limitações obviamente se referem ao menor ganho genético, até pelo uso de touros sem provas/DEP, que além das questões zootécnicas, afetam, por exemplo, a facilidade de parto, muito importante em novilhas (PEROTTO et al., 1996). Também, a distribuição das prenhez é maior na temporada, com uma distribuição de partos ao longo da temporada de parição, e não na cabeça de parição, o que cria lotes menos uniformes de terneiros e atrasa o parto e potencial retorno à ciclicidade das futuras primíparas, aumentando ainda mais a probabilidade de falha de concepção na temporada subsequente (SILVA et al., 2005). Já a IA com cio seguida do entoure possui a vantagem de servir as fêmeas cíclicas, a baixo custo, com genética superior, concentrando estas fêmeas bem no início da parição, permitindo ainda o manejo subsequente das não inseminadas para uma IATF subsequente (BARUSELLI et al., 2006).

A limitação é a estrutura e a mão-de-obra, que devem estar disponíveis (FLORES et al., 2016). Por fim, a IATF das fêmeas que não manifestaram estro para a IA tem um maior custo, mas traz todas as demais vantagens, ou seja, as fêmeas emprenham no início da temporada, com genética superior, e principalmente, há indução da ciclicidade das fêmeas acíclicas, mas já responsivas ao protocolo, que mesmo não emprenhando após esta primeira ovulação, retornarão ao estro e serão cobertas pelo touro (BARUSELLI et al., 2006). Desta forma, as taxas de prenhez aqui descritas são explicadas pelos fatores acima. O ideal era termos um grupo de entoure de NS, mas certamente a suplementação foi favorável às fêmeas que foram entouradas, manifestado pelos índices metabólicos e corporais, mas não foi suficiente, pois as fêmeas de 2 anos alcançaram 61% de prenhez final, para uma distribuição de prenhezes mais esparsa. Para as fêmeas de 3 anos, que alcançaram 73% de prenhez, a previsão de parição também foi mais esparsa, sendo menor do que as fêmeas de 3 anos NS cíclicas, que atingiram 88% de prenhez, para uma concentração de prenhezes menos esparsa, já desviada para o início pela IA, assim como as fêmeas submetidas à IATF, em geral as não cíclicas, que alcançaram 54% de prenhez após a IATF, concentrando as prenhezes no início da temporada, e de 93% de prenhez final, muito em conta de terem sido estimuladas/induzidas a ciclar após o protocolo hormonal, em adição ao efeito touro posterior (BARUSELLI et al., 2006). Então, a IATF mostrou-se uma estratégia superiora às demais, mesmo em fêmeas acíclicas e menos favorecidas pela não suplementação, ou seja, a IATF em novilhas de 3 anos submetidas a condições prévias de maior restrição metabólica e nutricional e acíclicas no início da temporada concentrou a temporada de parição mais para o início e aumentou a taxa final de prenhez após o entoure, em comparação a fêmeas de 2 e 3 anos suplementadas e entouradas, e em relação a fêmeas cíclicas de 3 anos não suplementadas e submetidas à IA com observação de estro e entoure. Porém, deve-se salientar que 41% das fêmeas do grupo NS (71/174) foram descartadas na pré-temporada, o que não ocorreu no grupo SP. Desta forma, a suplementação padronizou as fêmeas de 3 anos e permitiu até que as fêmeas de 2 anos estivessem em condições de acasalamento, mesmo que as taxas de prenhez final (61,1 e 73,4% para novilhas de 2 e 3 anos, respectivamente) tenham sido inferiores às fêmeas de 3 anos NS submetidas à IA/IATF (88,3%). Deste último grupo, se consideradas todas as fêmeas do lote inicial (n=174), a taxa de prenhez foi de 52,3%. Novamente, as ferramentas tecnológicas auxiliam a produção animal, mas não substituem os pilares básicos da produção, incluindo o manejo geral, a sanidade e a nutrição (BERTOLINI & BERTOLINI, 2009).

5. CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo nos permitem concluir que:

- a) No escore uterino, houve diferenças entre grupos somente no diâmetro uterino entre as fêmeas em AS, sendo maiores nas fêmeas suplementadas, não havendo diferenças entre grupos em diâmetro entre fêmeas em AP e cíclicas, e de tônus uterino entre grupos e em cada estado de ciclicidade, de estruturas ovarianas entre grupos em cada estado de ciclicidade.
- b) A taxa de prenhez somente após a IATF das fêmeas de 3 anos não suplementadas foi semelhante à taxa de prenhez do grupo SP de fêmeas de 2 anos (idade *vs.* tratamento).
- c) Houve uma menor proporção de fêmeas cíclicas nas novilhas de 2 anos do que nas de 3 anos, sendo decorrente de uma maior proporção de fêmeas em AP nas fêmeas de 2 e em comparação às de 3 anos.
- d) A IATF em fêmeas de 3 anos acíclicas não suplementadas contribuiu para uma maior concentração dos partos na primeira metade do período de parição e maior taxa de prenhez final após o entoure.

6. PERSPECTIVAS

A reprodução, em emprego da biotecnologia, vem agregando muito valor na produção do rebanho brasileiro. Com a inseminação artificial em alta, o melhoramento genético vem crescendo, fazendo com que a pecuária se torne mais produtiva.

O uso de protocolos hormonais é amplamente utilizado na prática, possuindo ótimos resultados, principalmente em protocolos de IATF. Pequenas melhorias poderão se refletir em vantagens técnicas e econômicas. Devido ao alto valor genético, e por serem técnicas que demandam um maior investimento do que as outras, qualquer incremento na eficiência se torna economicamente justificável.

Cabe ressaltar que em todo o mundo os programas de IATF estão atingindo um nível satisfatório de eficiência. Os avanços buscaram facilitar o manejo reprodutivo e melhorar os índices zootécnicos nas fazendas comerciais. Com o progresso dessa tecnologia, projetam-se perspectivas positivas para os próximos anos. Estima-se que o percentual de matrizes inseminadas tenha um aumento significativo em relação aos anos anteriores. Porém, sem nutrição adequada, não há eficiência reprodutiva adequada.

Vale destacar que é importante a realização de novos experimentos com um número maior de animais e/ou com repetições, invertendo os animais entre os grupos experimentais após devido tempo. Por fim, apesar de todos os avanços científicos e tecnológicos ocorridos nos últimos anos, é importante salientar que apenas um pequeno percentual das matrizes brasileiras são inseminadas artificialmente. Portanto, expandir estas experimentações seria interessante, respeitando as particularidades fisiológicas e metabólicas dos animais.

No entanto, esse é um procedimento técnico-dependente, o qual exige uma qualificação profissional a ponto de obter bons resultados, além de uma boa estrutura para realização da técnica, seja por parte das fazendas e, principalmente, dos médicos veterinários., sendo essencial a correta realização de cada protocolo associado a um bom manejo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual 2020. Disponível em: <Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2020.pdf> >. Acesso em: 15 out. 2022.
- ALVES, B. G; NEVES, S. M. N; ARRUDA, R. P; NAVES, J. H. F. F; ALVES, K. A. A classificação do corpo lúteo por assimetria ovariana e sua relação com os índices de prenhes em receptoras de embriões bovinos. In: XXXV Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária - CONBRAVET. Anais..., Gramado - RS, 2008.
- ANDERSEN, K.J.D., LEFEVER, D.G., BRINKS, J.S., ODDE, K.G. The use of reproductive tract scoring in beef heifers. *Agri-Practice*, v. 12, p. 19–26, 1991.
- ARECHIGA, C.F. et al. Effect of injection of beta-carotene or vitamin E and selenium on fertility of lactating dairy cows. *Theriogenology*, v.50, p.65-76, 1998.
- ARECHIGA, C.F.; ORTÍZ, O.; HANSEN, P.J. Effect of prepartum injection of vitamine and selenium on postpartum reproductive function of dairy cattle. *Theriogenology*, v.41, p.1251-1258, 1994.
- ARIJE, G.E., WILTBANK, J.N. Age and weight at puberty in hereford heifers. *J. Anim. Sci. Champain*, v.33, n.2, p.401-406, 1971.
- ASBIA. Estatísticas de evolução de venda de sêmen 2003. ASBIA. São Paulo SP, 2003.
- AZEVÊDO, D. M. M. R.; AZEVÊDO, A. R.; ALVES, A. A. Eficiência reprodutiva em bovinos de leite. *Revista Científica de Produção Animal*, Teresina, v.3, n.2, p.48-61, 2001.
- BANNOCK, G. BAXTER, R. E.; REES, R. *The Penguin dictionary of economics*. 7. ed. [Penguin]: Penguin Books Ltd., 2003. N. 8, p.416.
- BARCELLOS, J.O.J. Introdução ao manejo de sistemas de cria na pecuária de corte. In: Menegassi, S.R.O. et al (Ed.). *Manejo de sistemas de cria na pecuária de corte*. Guaíba: Agrolivros, 2013, p. 11-15.
- BARCELLOS, J.O.J.; COSTA, E.C.; SILVA, M.D.; SEMMELMANN, C.E.N.; MONTANHOLI, Y.R.; PRATES, E.R.; MENDES, R.; WUNSCH, C.; ROSA, J.R.P. Crescimento de fêmeas bovinas de corte aplicado aos sistemas de cria. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 72p. (Sistemas de Produção em Bovinos de Corte. Publicação Ocasional, 1).
- BARUSELLI, P. S.; AYRES, H.; SOUZA, A. H.; MARTINS, C. M.; GIMENES, L. U.; TORRES JUNIOR, J. R. S. Impacto da IATF na eficiência reprodutiva em bovinos de corte. In: 2º Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada, Londrina, PR. *Biotechnology da Reprodução em Bovinos (2º Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada)*, v. 1. p.307-311, 2006.
- BATISTELLA, M. et al. Geotecnologias e gestão territorial da bovinocultura no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p. 251-260, 2011.
- BERETTA, V.; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETTO, C.G.A. Produtividade e eficiência biológica de sistemas pecuários diferindo na idade das bezerras ao primeiro parto e na

- taxa de natalidade do rebanho no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.4, p.1278-1286, 2001.
- BERTOLINI, M.; BERTOLINI, L.R. Advances in reproductive technologies in cattle: from artificial insemination to cloning. *Revis Fac Med Vet Zootecnia*, v. 56, n. 3, p. 184–94, 2009.
- BINELLI, M.; THATCHER, W.W.; MATTOS, R. et al. Antiluteolytic strategies to improve fertility in cattle. *Theriogenology*, v. 56, pag. 1451-1463, 2001.
- BYERLEY, D.J.; STAIGMILLER, R.B.; BERARDINELLI, J.G.;SHORT, R.E. Pregnancy rates of beef heifers bred either on puberal or third estrus. *Journal of Animal Science*, v.65, p.645-650, 1987.
- CARVALHO, P. D. F., FISCHER, V., SANTOS, D. D., RIBEIRO, A. M., QUADROS, F. D., CASTILHOS, Z. M. & JACQUES, A. V. Produção Animal no Bioma Campos Sulinos. *Brazilian Journal of Animal Science*, João Pessoa, v. 35, n. Supl. Esp., p. 156-202, 2006.
- CASTRO, F.C.; FERNANDES, H.; LEAL, C.L.V. Sistemas de manejo para maximização da eficiência reprodutiva em bovinos de corte nos trópicos. *Veterinária e Zootecnia*, v. 25, n.1, p.041-061, 2018.
- CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. Avaliação e utilização da condição corporal como ferramenta de melhoria da reprodução e produção de ovinos e caprinos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.esp., 2006.
- COLLET, S.G. et al. Efeito de um suplemento mineral traço e vitaminas A e E injetáveis sobre a produção e composição de leite em vacas Holandesas. *Revista Ciências Agroveterinárias*, v.16, n.4, p.463-472, 2018.
- CUNHA, J.M. et al. Aspectos Fisiológicos Do Ciclo Estral Em Bovinos. In: *Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar*. 2019.
- DANTAS, C.C.O.; DE MATTOS NEGRÃO, F. Funções e sintomas de deficiência dos minerais essenciais utilizados para suplementação dos bovinos de corte. *Uniciências*, v.14, n.2, 2015.
- DAWUDA, P.M. et al. Effect of timing of urea feeding on the yield and quality of embryos in lactating dairy cows. *Theriogenology*, v.58, n.8, p.1443-1455, 2002.
- DE MORAES FERREIRA, A.; TORRES, C.A.A. Perda de peso corporal e cessação da atividade ovariana luteínica cíclica em vacas mestiças leiteiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.28, n.3, p.411-418, 1993.
- FERRAZ, J. B. S. Impacto econômico na pecuária de leite e de corte do Brasil, como aumento da utilização da inseminação artificial. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.20, p.95-98, 1996.
- FERREIRA, A. M; *Reprodução da fêmea bovina: fisiologia aplicada e problemas mais comuns (causas e tratamentos)*. Juiz de Fora MG. ed. do Autor, 2010.
- FERREIRA, A.M. *Reprodução da Fêmea Bovina: Fisiologia Aplicada e Problemas mais comuns (causas e tratamentos) / Ademir de Moraes Ferreira – Juiz de Fora, MG: Edição do Autor, 2010. pag. 422.*

- FLORES, Angela Jorgelina; AGUILAR, Domingo Emilio; HUG, Maria Gabriela. Primer servicio de la vaquilla a los 15 meses. Noticias y Comentarios. Estación Experimental Agropecuaria INTA Mercedes. n. 533, abr. 2016.
- FREITAS; V. O.; SIQUEIRA, L. C. Fisiologia do anestro pós parto em vacas de corte. In: XVI seminário institucional de ensino, pesquisa e extensão. UNICRUZ, 2011. Disponível em: www.unicruz.edu.br/seminario > acesso em: setembro de 2015.
- FRIES, L.A. Genética para um sistema de produção de ciclo curto. In: SIMPÓSIO DA CARNE BOVINA, 1., 2003, São Borja. Anais. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2003. p.47-82.
- GONÇALVES, P. B. D.; FIGUEIREDO, J. R.; FREITAS, V. J. F. Biotécnicas Aplicadas à Reprodução Animal. São Paulo: Varela, p. 195-226, 2002.
- GONZÁLEZ, F.H.D. Introdução a Endocrinologia Reprodutiva Veterinária. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 83 p.
- GRUMMER, R. R. et al. Estrogen induction of fatty liver in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.73, p.1537–1543, 1990.
- GUIMARÃES, J. D. et al. Eficiência reprodutiva e produtiva em vacas das raças Gir, Holandês e cruzadas Holandês x Zebu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 2, p. 641-647, 2002.
- HESS, B.W.; LAKE, S.L.; SCHOLLJEGERDES, E.J. et al. Nutritional controls of beef cow reproduction. *Journal of Animal Science*, v.83, p.E90-E106, 2005.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *J. Dairy Sci.*, Baltimore, v.69, p. 2749-2755, 1986.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. Sistema IBGE de recuperação automática SIDRA. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bovinos/br> Acesso em: 9 de setembro de 2022
- INGRAHAM, R.H.; KAPPEL, L.C.; MORGAN, E.B. et al. Correction of subnormal fertility with copper and magnesium supplementation. *Journal of Dairy Science*, v.70, p.167-180, 1987. doi: 10.3168/jds. S0022-0302 (87)79991-3
- JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. C. *Histologia Básica*. 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995.
- KANEKO, H. et al. Perturbation of estradiol-feedback control of luteinizing hormone secretion by immunoneutralization induces development of follicular cysts in cattle. *Biology of Reproduction*, v.67, p.1840–1845, 2002.
- KAUR, H.; ARORA, S.P. Dietary effects on ruminant livestock reproduction with particular reference to protein. *Nutritional Research Reviews*, v.8, p.121-136, 1995. doi: 10.1079/NRR19950009
- KRIEGSFELD, L.J. et al. Identification and characterization of a gonadotropin- inhibitory system in the brains of mammals. *PNAS*, v.103, p.2410-2415, 2006. RICHARDS, M.W. et al. Nutritional anestrus in beef cows: effects of body condition and ovariectomy on serum luteinizing hormone and insulin-like growth factor-I. *Biology of Reproduction*, v.44, p.961–966, 1991.

- KRYSS, L.J., HESS, B. W. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v. 71, p. 2546-2555, 1993.
- LANGHE, A. Suplementacion de pasturas para la producion de carnes. CREA. Coleccion investigacion aplicada. 2º ed., 1980.
- LASTER, D.B., SMITH, G.M., CUNDIFF, L.V. et al. Characterization of biological types of cattle (Cycle II). II. Postweaning growth and puberty of heifers. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.48, n.2, p.500- 506, 1979.
- LEESON, S.; SUMEERS, J.D. Commercial Poultry nutrition. Guelph, Ontario: University Books, 1997.
- LESMEISTER, J.L.; BURFENING, P.J.; BLACKWELL, R.L. Date of first calving in beef cows and subsequent calf production. *Journal of Animal Science*, v.36, p.1-6, 1973.
- LOBATO, J. F. P.; MAGALHÃES, F. R. Comportamento reprodutivo de vacas primíparas aos 24 e aos 36 meses de idade. *Arquivos da Faculdade de Veterinária, UFRGS*, v. 29, n. 2, p. 139-146, 2001.
- LOBATO, L.F.P. A "vaca ideal" e seu manejo em sistemas de produção de ciclo curto. In: SIMPÓSIO DA CARNE BOVINA, I: Da produção ao mercado consumidor. São Borja, RS, 2003. Anais...Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2003.p.09-46.
- LOPEZ-GATIUS, F. et al. Factors affecting pregnancy loss from gestation Day 38 to 90 in lactating dairy cows from a single herd. *Theriogenology*, v.57, p.1251-1261, 2002.
- MACHADO, J.B.B. et al. Parâmetros reprodutivos de ovinos deslanados Morada Nova e Santa Inês mantidos em pastagem cultivada no estado do Ceará. *Revista Científica Produção Animal*, v.1, n.2, 2009. doi: 10.15528/29
- MARIANI, A. C. B. Influência do dia estro em relação à FIV e a morfologia do corpo lúteo no dia da ovulação com os índices de prenhes em receptoras de embriões bovinos produzidos in vitro. 2009. 56 f. Mestrado (Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2009.
- MARQUES, P. R. et al. Manejo da parição ao acasalamento: Curso para capatazes e gerentes rurais de empresas de gado de corte. Departamento de zootecnia – UFRGS. Porta alegre, 2010.
- MARTINS, F. S; SILVA, J. R. V.; RODRIGUES, A. P. R.; FIGUEIREDO, J. R. Fatores reguladores da foliculogênese em mamíferos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.32, n.1, p.36-49, 2008.
- MARTZ, F. A., GERRISH, J.R. Nutrition of grazing ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. Anais...Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 24-26 outubro de 1995. p.103-119.
- MAX, M. C; ANDRADE, E. R; BASSO, A. C; FIGUEIREDO, J. R; SENEDA, M. M. Principais aspectos da manipulação de oócitos inclusos em folículos ovarianos pré-antrais. *Revista Educação Continuada*, v. 7, n. 1/3, p. 66-72, 2004.
- MELLO, R.R.C. et al. Efeitos do caroço de algodão sobre a reprodução de bovinos. *PUBVET*, v.12, p.131, 2018. doi:10.31533/pubvet.v12n10a188,1-8
- MIGUEL, L.A.; MIELITZ NETTO, C. G. A., NABINGER, C.; SANGUINÉ, E.; WAQUIL, P. D.; & SCHNEIDER, S. Caracterização socioeconômica e produtiva da

- bovinocultura de corte no estado do Rio Grande do Sul. *Revista Estudo e Debate*, Lajeado-RS, v, 14, nº2, 2007. pp. 95-125.
- MOORE, K.; THATCHER, W.W. Major advances associated with reproduction in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v. 89, pag. 1254-1266, 2006.
- MOREIRA, F. et al. Effect of body condition on reproductive efficiency of lactating dairy cows receiving a timed insemination. *Theriogenology*, v.53, p.1305-1319, 2000. doi: 10.1016/S0093- 691X(00)00274-0
- MULLER, L.D., KOLVERE, E.S., HOLDEN, L.A. Nutricional needs of high producing cows on pasture. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES, 1995, Cornell. Proceedings... October 24-26, 1995. p.106-120.
- OAIGEN, R. P.; BARCELLOS, J. O. J.; CANOZZI, M. E. A.; CHRISTOFARI, L. F.; SOARES, J. C. D. R.; & ALVES, C. O. Competitividade interna na bovinocultura de corte no Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.6, p.1002-1007, 2011.
- OLIVEIRA, N. C. Contabilidade do agronegócio. Curitiba: Juruá, 2011.
- PEREIRA, J. C. C. Melhoramento genético aplicado à produção animal. 2. ed. Belo Horizonte, MG: FEP/MVZ, 1999. 480p.
- PEROTTO, D.; CUBAS, A. C.; ABRAHÃO, J. J. S.; MELLA, S. C.; JOSÉ, W. P. K. Desempenho ponderal de animais Nelore e cruzas com Nelore. II. Período pré desmama. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, p. 127, 1996.
- PETERS, A.R. Herd management for reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science*, v.42, p.455-464, 1996.
- FIGURINA, G. Aspectos nutricionales de la suplementacion de terneros en condiciones de pastoreo. In: Campo Natural - estrategia invernal manejo y suplementacion. INIA, 1993. p 29-34
- POPPI, D. P., McMILLAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v. 73, p. 278-290., 1995.
- PÖTTER, B.A.A.; LOBATO, J.F.P. Efeitos de carga animal, pastagem melhorada e da idade de desmame no comportamento reprodutivo de vacas primíparas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.1, p. 192-202, 2004.
- PÖTTER, L.; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETTO, C.G.A. Análises econômicas de modelos de produção com novilhas de corte primíparas aos dois anos, três e quatro anos de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.3, p.861-870, 2000.
- RATHBONE, M.J.; KINDER, J.E.; FIKE, K. Recent advances in bovine reproductive endocrinology and physiology and their impact on drug delivery system design for the control of the estrous cycle in cattle. *Adv. Drug Deliv. Ver.*, v. 50, pag. 277-320, 2001.
- RESTLE, J., POLLI, V.A., SENNA, D.B. Efeito de grupo genético e heterose na idade à puberdade e desempenho reprodutivo de novilhas de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. V.34, n.4. p.701-707. 1999.
- RHOADS, M.L.; RHOADS, R.P.; GILBERT, R.O. et al. Detrimental effects of high plasma urea nitrogen levels on viability of embryos from lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* v.91, p.1-10, 2006.

- ROCHA, M.G.; LOBATO, J.F.P. Avaliação do desempenho reprodutivo de bezerras de corte primíparas aos dois anos de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.3, p.1388-1395, 2002.
- SÁ FILHO, M.F., SANTOS, J.E.P., FERREIRA, R.M., SALES, J.N.S., BARUSELLI, P.S. Importance of estrus on pregnancy per insemination in suckled *Bos indicus* cows submitted to estradiol/progesterone-based timed insemination protocols. *Theriogenology*, v. 76, p. 455– 463, 2011.
- SAMPEDRO, D.; VOGEL, O.; CELSER, R. Alternativas de manejo para entorar la vaquilla a los 18 meses de edad: su influencia sobre el porcentaje de 2o entore y preñez. Mercedes: INTA, 1995. 9p. (Circular Técnica).
- SANTOS, J.E.P.; CERRI, R.L.A.; SARTORI, R. Nutritional management of the donor cow. *Theriogenology*, v.69, p.88- 97, 2008. doi: 10.1016/j.theriogenology.2007.09.010
- SANTOS, J.F.D. et al. Qualidade do sêmen bovino criopreservado. *Revista Espacios*. Vol. 39, 2018.
- SANTOS, S. A.; ABREU, U. G. P.; SOUSA, G. S.; CATTO, J. B. Condição corporal, variação de peso e desempenho reprodutivo de vacas de cria em pastagem nativa do Pantanal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, n.2, p.354-360, 2009.
- SARTORI, R.; MOLLO, M. R. Influência da ingestão alimentar na fisiologia reprodutiva da fêmea bovina Disponível em: www.cbra.org.br *Revista Brasileira Reprodução Animal*, Belo Horizonte, v.31, n.2, p.197-204, abr./jun. 2007; Acessado em: setembro de 2015
- SASSER, R.G. et al. Postpartum reproductive performance in crude protein restricted beef cows: Return to estrus and conception. *J. Anim. Sci.*, v.66, p.58-63, 1988. doi:10.2527/jas1988.66123033x
- SENGER, P.L. Pathways to pregnancy and parturition. 2. Ed. Pullman, USA: Current Conceptions, 2003. 368 p.
- SHORT, R.E. et al. Factors affecting estrogen-induced LH release in the cow. *Biology of Reproduction*, v.21, p.683-689, 1979.
- SHORT, R.E., STAIGMILLER, R.B., BELLOWS, R.A., GREER, R.C. Breeding heifers at one year of age: biological and economic considerations. In: FIELDS, M.J.; SAND, R.S. *Factors Affecting Calf Crop*. Boca Raton : CRC Press, 1994. p.55-68.
- SILVA, M. D.; BARCELLOS, J. O. J.; PRATES, E. R. Desempenho Reprodutivo de Novilhas de Corte Acasaladas aos 18 ou aos 24 Meses de Idade. *R. Bras. Zootec.*, v. 34, n. 6, p. 2057-2063, 2005.
- SILVEIRA, J. C.; MCMANUS, C.; MASCIOLI, A. S.; SILVA, L. O. C.; SILVEIRA, A. C.; GARCIA, J. A. S.; LOUVANDINI, H. Fatores Ambientais e Parâmetros Genéticos para Características Produtivas e Reprodutivas em um Rebanho Nelore no Estado do Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1432-1444, 2004.
- SOARES, P.H.A.; JUNQUEIRA, F.S. Particularidades reprodutivas da fêmea bovina: Revisão. *PUBVET*, v. 13, p. 148, 2018.
- STEVENSON, J.L., RODRIGUES, J.A., BRAGA, F.A., BITENTE, S., DALTON, J.C., SANTOS, J.E.P., CHEBEL R.C.J. Effect of breeding protocols and reproductive tract

- score on reproductive performance of dairy heifers and economic outcome of breeding programs. *Journal of Dairy Science*, v. 91, p. 3424-38, 2008.
- TITOLO, D. et al. Coordinate regulation of neuropeptide Y and agouti-related peptide gene expression by estrogen depends on the ratio of estrogen receptor (ER) α to ER β in clonal hypothalamic neurons. *Molecular Endocrinology*, v. 20, p.2080–2092, 2006.
- VALENTIM, J.K. et al. Fatores Nutricionais Aplicados à Reprodução de Ruminantes. *UNICIÊNCIAS*, v. 23, n. 2, p. 77-82, 2019.
- VALLE, E. R.; ANDREOTTI, R.; THIAGO; L. R. L. Estratégias para aumento da eficiência reprodutiva e produtiva em bovinos de corte. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 80 p. 1998.
- VASCONCELOS J. L. M., CARVALHO, R., PERES, R. F. G., RODRIGUES, A. D. P., CLARO JUNIOR, I., MENEGHETTI, M., AONO, F. H., COSTA, W. M., LOPES, C. N., COOKE, R. F., & POHLER, K. G. Reproductive programs for beef cattle: incorporating management and reproductive techniques for better fertility. In: Proceedings of the 31st Annual meeting of the Brazilian Embryo Technology Society (SBTE), 547-557, 2017.
- VASCONCELOS, J. L., SILCOX, R. W., ROSA, G. J., PURSLEY, J. R., WILTBANK, M. C. Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology*, v. 52, p. 1067-1078, 1999.
- WATHES, D.C.; TAYLOR, V.J.; CHENG, Z. et al. Follicle growth, corpus luteum function and their effects on embryo development in postpartum dairy cows. *Reproduction*, v. 61, pag. 219-237, 2003.
- WILTBANK, J.N.; ROBERTS, J.N.; ROWDEN, L. Reproductive performance and profitability of heifers fed to weigh 272 or 318 kg at the start of the first breeding season. *Journal of Animal Science*, v.60, n.1, p.25-35, 1985.
- WILTBANK, M. et al. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology*, v.65, p.17-29, 2006. doi:10.1016/j.theriogenology.2005.10.003