

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Veterinária
Programa de Pós-Graduação em Veterinária



Dissertação

**Progesterona injetável previamente ao protocolo de inseminação artificial em
tempo fixo em novilhas de corte de raças taurinas ou sintéticas**

Fabício Dias Alves Gularte

Pelotas, 2023

Fabício Dias Alves Gularte

Progesterona injetável previamente ao protocolo de inseminação artificial em tempo fixo em novilhas de corte de raças taurinas ou sintéticas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Veterinária da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Reprodução e Patologia Animal).

Orientador: Bernardo Garziera Gasperin
Coorientadores: Rafael Gianella Mondadori
Arnaldo Diniz Vieira

Pelotas, 2023

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

G971p Gularte, Fabrício Dias Alves

Progesterona injetável previamente ao protocolo de inseminação artificial em tempo fixo em novilhas de corte de raças taurinas ou sintéticas [recurso eletrônico] / Fabrício Dias Alves Gularte ; Bernardo Garziera Gasperin, orientador ; Rafael Gianella Mondadori, Arnaldo Diniz Vieira, coorientadores. — Pelotas, 2023.

59 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, 2023.

1. Precocidade. 2. Ciclicidade. 3. Fertilidade. 4. Progestágenos. 5. Ovulação. I. Gasperin, Bernardo Garziera, orient. II. Mondadori, Rafael Gianella, coorient. III. Vieira, Arnaldo Diniz, coorient. IV. Título.

CDD 636.21308245

Fabício Dias Alves Gularte

Progesterona injetável previamente ao protocolo de inseminação artificial em tempo fixo em novilhas de corte de raças taurinas ou sintéticas

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 24/02/2023

Banca examinadora:

Prof. Dr. Bernardo Garziera Gasperin (Orientador)
Doutor em Fisiopatologia da Reprodução pela Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Luiz Francisco Machado Pfeifer
Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Gustavo Desire Antunes Gastal
Doutor em Agricultural Sciences pela Southern Illinois University

Prof. Dr. Fernando Caetano de Oliveira
Doutor em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Pelotas

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao meu orientador Bernardo Garziera Gasperin, o qual contribuiu em muito para minha evolução tanto profissional como técnica e não mediu esforços para me auxiliar quando solicitei, assim como os demais professores do grupo FiBRA, Rafael Gianella Mondadori e Arnaldo Diniz Vieira, que foram fundamentais e me auxiliaram muito quando solicitados. Deixo aqui minha admiração e gratidão a todos.

Também gostaria de agradecer aos meus colegas de mestrado, em especial ao Otávio Saraiva, que foi meu parceiro desde o início do meu projeto e contribuiu muito para que o mesmo pudesse se concretizar. Também deixo meu agradecimento à Jéssica Lazzari e Caroline Farias, pelo companheirismo.

Agradeço ao Haras Santa Maria de Araras, que cedeu os animais e estrutura para que pudéssemos realizar o experimento.

Também gostaria de agradecer ao meu amigo e mentor Gustavo Desire Antunes Gastal, que me auxiliou e auxilia muito desde a época da graduação, apoio que foi fundamental para que eu escolhesse a trajetória que escolhi.

Agradeço a minha família que sempre me apoiou e esteve comigo.

E por último, mas não menos importante, muito pelo contrário, agradeço minha namorada Júlia Madruga Konradt, que esteve comigo me apoiando e auxiliando da maneira que podia, desde o início.

Resumo

GULARTE, Fabrício Dias Alves. **Progesterona injetável previamente ao protocolo de inseminação artificial em tempo fixo em novilhas de corte de raças taurinas ou sintéticas**. 2023. 59f. Dissertação (Mestrado em Ciências) Programa de Pós-Graduação em Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.

A idade em que ocorre a puberdade em novilhas é considerada fator chave para a lucratividade e desempenho reprodutivo nos sistemas de cria. Os objetivos do estudo foram avaliar o efeito de uma ou duas administrações de progesterona injetável (P4i) sobre a taxa de prenhez após inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em novilhas Angus (14 a 18 meses de idade), e sobre a taxa de ovulação e concentração de progesterona (P4) sérica em novilhas da raça sintética Brangus (12 a 14 meses). No Experimento 1, foram utilizadas 380 novilhas Angus, com escore de condição corporal (ECC; escala 1-5) de 2 a 3, peso vivo (PV) médio de $243,3 \pm 0,88$ kg e escore do trato reprodutivo (ETR; escala 1-5) entre 2 e 4 no D -48 (D0: início do protocolo de IATF). As fêmeas foram alocadas em três grupos: controle (n=152), que não recebeu P4i; 1P4i (n=136), que recebeu uma aplicação de P4i de 175 mg (D -24); e 2P4i (n=92) que recebeu duas aplicações de 175 mg de P4i (D -48 e D -24). As novilhas foram submetidos ao mesmo protocolo de IATF: D0: dispositivo de P4 (0,5 g) e 2 mg de benzoato de estradiol (BE); D8: 300 UI de gonadotrofina coriônica equina (eCG), 150 µg de cloprostenol (PGF) e 0,5 mg de cipionato de estradiol (CE); D10: 10,5 µg de análogo de GnRH (nas fêmeas com tinta no dia da IATF). O ganho médio diário (GMD) das novilhas entre D -48 e D0 foi de $0,9 \pm 0,04$ kg (peso vivo no D0= $276,2 \pm 2,5$ kg). Não houve efeito dos tratamentos sobre a taxa de prenhez após IATF [Controle=50,6% (77/152); 1P4i=44,8% (61/136); 2P4i=46,7% (43/92); $P>0,05$], nem interação dos tratamentos com ETR, ECC e PV, avaliados no D -48 ($P>0,05$). No Experimento 2, 51 novilhas Brangus (ECC 2,5-4), foram alocadas nos mesmos grupos descritos anteriormente, porém, sem a utilização de eCG e GnRH. O GMD das novilhas entre D -48 e D10 foi de $0,114 \pm 0,02$ Kg. As novilhas apresentaram $302,1 \pm 4,1$ kg de peso vivo no D10. A taxa de ovulação, determinada pela presença de corpo lúteo sete dias após a IATF, não diferiu entre os grupos [Controle=56,2% (9/16); 1 P4i=58,8% (10/17); 2 P4i=61,1% (11/18); $P>0,05$]. Não houve efeito dos tratamentos sobre as concentrações de P4 ao 7° e 14° dia pós IATF (Controle= $3,7 \pm 0,5$ e $9,6 \pm 0,9$; 1 P4i= $4,7 \pm 0,8$ e $11,3 \pm 1,8$ ng/mL; 2 P4i= $5,5 \pm 0,7$ e $12,2 \pm 1,5$; $P>0,05$), sendo observado efeito do dia ($P\leq 0,05$). Conclui-se que uma ou duas aplicações de P4i previamente ao protocolo de IATF não afetaram a taxa de prenhez aos 30 dias pós IATF em novilhas taurinas, o que pode ser explicado pela precocidade da raça e pelo GMD adequado. Em novilhas sintéticas, os tratamentos não afetaram a ovulação e função lútea, o que pode ser decorrente do baixo peso vivo e baixo GMD dos animais. Novos estudos são necessários para identificar as condições que possibilitam melhor

resposta ao protocolo de indução de ciclicidade em novilhas de corte de raças taurinas ou sintéticas.

Palavras-chave: precocidade; ciclicidade; fertilidade; progestágenos; ovulação

Abstract

GULARTE, Fabrício Dias Alves. **Injectable progesterone prior to fixed-time artificial insemination protocol in beef heifers of taurine or synthetic breeds.** 2023. 59f. Dissertation (Master degree in Sciences) - Programa de Pós-Graduação em Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.

The age at puberty in heifers is considered a key factor for profitability and reproductive performance in breeding systems. The objectives of the study were to evaluate the effect of one or two administrations of injectable progesterone (iP4) on the pregnancy rate after TAI in Angus heifers (14 to 18 months), and on the ovulation rate and serum P4 concentration in Brangus heifers (12 to 14 months). In Experiment 1, 380 Angus heifers were used, with body condition score (BCS; 1-5 scale) ranging from 2 to 3, average live weight (LW) of 243.3 ± 0.88 and reproductive tract score (RTS; 1-5 scale) between 2 and 4 on D -48 (D0: beginning of the TAI protocol). Heifers were allocated into three groups: control (n=152), which did not receive iP4; 1iP4 (n=136), which received one 175 mg iP4 injection (D -24); and 2iP4 (n=92), which received two applications of 175 mg of iP4 (D -48 and D -24). The heifers were submitted to the same TAI protocol: D0: intravaginal device 0.5g P4 and 2 mg estradiol benzoate (EB); D8: 300 IU equine chorionic gonadotropin (eCG); 150 µg cloprostenol (PGF) and 0.5 mg estradiol cypionate (EC); D10: 10,5 µg GnRH analog in heifers that did not show estrus. The average daily gain (ADG) of the heifers between D -48 and D0 was 0.9 ± 0.04 kg (LW on D0= 276 ± 2.5 kg). There was no effect of treatments on pregnancy rate after TAI [Control=50.6% (77/152); 1iP4=44.8% (61/136); 2iP4=46.7% (43/92); $P > 0.05$], nor interaction of treatments with RTS, BCS and LW, evaluated on D -48 ($P > 0.05$). In Experiment 2, 51 Brangus heifers (BCS 2.5-4), were allocated in the same groups previously described, however, without the use of eCG and GnRH. The ADG of heifers between D -48 and D10 was 0.114 ± 0.02 Kg. The heifers had 302.1 ± 4.1 kg of LW on D10. Ovulation rate based on the presence of CL seven days after TAI did not differ among groups [Control=56.2% (9/16); 1 iP4=58.8% (10/17); 2 iP4=61.1% (11/18); $P > 0.05$]. There was no effect of treatments on P4 concentrations on the 7th and 14th day after TAI (Control= 3.7 ± 0.5 and 9.6 ± 0.9 ; 1iP4= 4.7 ± 0.8 and 11.3 ± 1.8 ; 2iP4= 5.5 ± 0.7 and 12.2 ± 1.5 ng/mL; $P > 0.05$), being observed an effect of day ($P \leq 0.05$). In conclusion, one or two applications of iP4 prior to the TAI protocol did not affect the pregnancy rate 30 days after TAI in taurine heifers, which can be explained by the precocity of the breed and the adequate ADG. In synthetic heifers, the treatments did not affect the ovulation rate and luteal function, which may be due to the low LW and low ADG of the animals. New studies are necessary to identify the conditions that allow a better response to the puberty induction protocol in taurine and synthetic heifers.

Keywords: precocity; cyclicity; fertility; progestagen; ovulation

Lista de Figuras

Figura 1	Delineamento do experimento 1	40
Figura 2	Taxa de prenhez por tratamento de acordo com o peso dos animais no D -48.....	41
Figura 3	Taxa de prenhez por tratamento de acordo com o ECC dos animais utilizados no experimento.....	42
Figura 4	Taxa de prenhez por tratamento de acordo com o ETR ao D - 48.....	43
Figura 5	Taxa de prenhez 30 dias após IATF nos diferentes grupos experimentais	44
Figura 6	Concentração sérica de progesterona ao 7° e 14° do ciclo estral (D0= dia da IATF)	45

Lista de Abreviaturas e Siglas

ADG	<i>Average daily gain</i>
ARC	Núcleo arqueado
BCS	<i>Body condition score</i>
ECC	Escore de condição corporal
ETR	Escore do trato reprodutivo
IGF1	Fator de crescimento semelhante a insulina tipo 1
iP4	<i>Injectable progesterone</i>
IM	Intramuscular
Kg	Quilograma
Kp	Kisspeptina
LH	Hormônio luteinizante
mg	Miligramas
ml	Mililitros
mm	Milímetros
ng	Nanograma
NPY	Neuropeptídeo Y
PIB	Produto interno bruto
P4	Progesterona
P4i	Progesterona injetável
POMC	Pro-opiomelanocortina
RTS	<i>Reproductive tract score</i>
TAI	<i>Timed artificial insemination</i>

Sumário

1 Introdução.....	12
1.1 Objetivo geral.....	13
1.2 Objetivos específicos.....	13
2 Revisão da literatura.....	14
2.1 Fisiologia da puberdade.....	14
2.2 Fatores relacionados à puberdade.....	17
2.2.1 Nutrição, desenvolvimento corporal e genética.....	17
2.3 Protocolos para indução de puberdade.....	20
3 Artigo	22
4 Considerações finais.....	46
Referências.....	47
Anexos.....	57

1 Introdução

O Brasil possui o maior rebanho comercial bovino do mundo, além de ser o país que mais exportou carne bovina no ano de 2021 (ABIEC, 2022). Já o PIB do agronegócio brasileiro apresentou queda de 4,22% no ano de 2022, quando comparado a 2021, devido a retração do setor agrícola de 6,39%, porém, o PIB da pecuária registrou aumento de 2,11% (CEPEA, 2023).

Embora a pecuária brasileira venha avançando significativamente nos índices zootécnicos, ainda possui enorme deficiência. Inúmeras falhas nos setores nutricional, reprodutivo e sanitário ainda estão presentes em propriedades nos dias de hoje. A idade à puberdade das novilhas e, conseqüentemente, a idade na primeira parição, estão entre os parâmetros mais importantes na avaliação da eficiência reprodutiva de um rebanho (MARSON et al., 2004).

ELER et al. (2010) realizando diferentes simulações demonstraram que, reduzindo a idade no primeiro parto de três para dois anos, há potencial incremento de 16% no retorno financeiro, devido à redução em um ano na fase de recria. Ainda, há incremento de 0,5 a 0,8 terneiros por vaca ao longo da vida produtiva. Ao iniciar a reprodução de novilhas com 15 meses de idade, podemos obter uma redução de 24 a 48% de matrizes no rebanho quando comparado com o início da vida reprodutiva aos dois e três anos, respectivamente (FRANCO, 2005).

A primeira parição aos quatro anos de idade repercute em taxa de desfrute do rebanho em torno de 10%, sendo que esta pode ser duplicada se a primeira parição ocorrer aos três anos de idade. Contudo, em um cenário com idade ao primeiro parto de 24 meses, ou seja, quando temos acasalamento das novilhas aos 15 meses, a taxa de desfrute fica em torno de 40%. Desta forma, fica claro que, quando realiza-se uma redução da idade ao primeiro parto, se obtém melhora na taxa de desfrute (PATTERSON et al., 1992; FRIES & ALBUQUERQUE, 1999).

Com base no acima exposto, conclui-se que a idade em que ocorre a puberdade em novilhas é considerada fator chave para a lucratividade e desempenho reprodutivo nos sistemas de cria, pois é neste momento que começa a vida produtiva e reprodutiva. O adiantamento da idade à puberdade influencia diretamente no

número de descendentes e no aumento da vida útil da fêmea dentro dos sistemas de produção (CUSHMAN et al., 2013; DAY et al., 2013).

A puberdade de novilhas pode ser induzida através da exposição à progesterona (P4) previamente ao protocolo de IATF. Este hormônio diminui o efeito da retroalimentação negativa exercida pelo estrógeno ovariano sobre a síntese de GnRH no hipotálamo, possibilitando com que se tenha maior número de novilhas púberes ao início do protocolo de sincronização de estro. Isso leva a melhores taxas de prenhez trinta dias após a inseminação artificial (IA), além de reduzir a idade ao primeiro parto (LIMA et al., 2020). A progesterona injetável (P4i) de longa ação tem sido amplamente utilizada para induzir a puberdade em novilhas, por sua facilidade de aplicação (PUGLIESI et al., 2014).

Há diversos estudos relacionados ao efeito do tratamento com P4 sobre a ciclicidade, taxa de prenhez e parâmetros reprodutivos em novilhas de corte de raças zebuínas, porém, para novilhas de corte de raças taurinas e sintéticas, as informações são escassas. Com base no exposto, formulou-se a hipótese que a exposição a uma ou duas doses de P4i de longa ação, previamente ao protocolo de IATF, possibilita maior taxa de ovulação, maior concentração sérica de P4 e maior taxa de prenhez após IATF em novilhas.

1.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos de um ou dois tratamentos com P4i previamente ao protocolo de IATF sobre parâmetros reprodutivos de novilhas.

1.2 Objetivos específicos

Avaliar o efeito de uma ou duas administrações de P4i previamente à IATF sobre a taxa de prenhez de novilhas de corte de raça taurina.

Avaliar o efeito de uma ou duas administrações de P4i sobre a taxa de ovulação sete dias após a IATF e concentração de P4 em novilhas de corte de raça sintética.

2 Revisão de literatura

2.1 Fisiologia da puberdade

A puberdade em fêmeas bovinas concretiza-se quando ocorre a manifestação do primeiro estro seguido de ovulação, formação de corpo lúteo funcional, e ciclicidade ovariana (WILTBANK et al., 1969; ATKINS et al., 2013). De acordo com McDonald (2003), a puberdade é o resultado de eventos iniciados na vida intrauterina e que continuam no período pré e peripubertal. O momento da puberdade pode ser influenciado por fatores associados a genética e ambiente, tais como nutrição, umidade, temperatura e época da estação de monta (LANSING et al., 1991; MARTIN et al., 1992; NOGUEIRA, 2004; DAY & ANDERSON, 2013). O início da puberdade e o processo de maturação sexual ocorrem de forma gradual, sendo regulados por um conjunto complexo de processos bioquímicos, envolvendo a interação de órgãos neuroendócrinos, reprodutivos e tecido adiposo, resultando na maturação do eixo hipotalâmico hipofisário gonadal (AMSTALDEN et al., 2014; CARDOSO et al., 2020).

De acordo com JAINUDEEN & HAFEZ (2004), quando em condições nutricionais adequadas, fêmeas zebuínas atingem a puberdade entre, aproximadamente, 18 e 24 meses de idade. Já em novilhas de raças taurinas, a primeira ovulação pode ocorrer entre 11 e 15 meses de idade. O momento em que ocorre a primeira ovulação é regulado por inúmeros fatores neuroendócrinos, sendo que o conjunto de estímulos é interpretado pelo hipotálamo, local em que ocorre a síntese de GnRH. O GnRH alcança a hipófise pelos capilares do sistema porta-hipofisário, estimulando a produção e secreção das gonadotrofinas FSH e LH. Ambas gonadotrofinas regulam a gametogênese e esteroidogênese nas fêmeas e machos (WHITLOCK, 2011), sendo essenciais para o crescimento folicular e ovulação.

Após o nascimento, mecanismos endócrinos são modificados na fêmea bovina para assegurar que o sistema reprodutivo não seja ativado até o momento em que o desenvolvimento somático adequado para a reprodução seja alcançado (entre 65% e 70% do peso vivo adulto). Estabelecido o desenvolvimento somático, o crescimento

deixa de ser prioridade, permitindo que parte dos nutrientes seja utilizada para a atividade reprodutiva (SEMMELMANN et al., 2001).

O período entre o nascimento e a puberdade em novilhas *Bos taurus taurus* pode ser dividido em quatro fases, de acordo com as mudanças fisiológicas que ocorrem conforme a idade avança (DAY et al., 1984). A fase infantil, é caracterizada por baixas concentrações de LH, e ocorre do nascimento até os dois meses de vida. Em seguida, a fase de desenvolvimento é estabelecida (dois a seis meses de vida), sendo observadas maiores concentrações séricas de gonadotrofinas. Entre seis e dez meses de idade, estabelece-se a fase estática, em que baixos níveis de LH são observados, devido ao aumento da síntese de estrógeno (E2) pelas gônadas e sua retroalimentação negativa no GnRH. Isso ocorre porque fêmeas pré-púberes apresentam sensibilidade excessiva do hipotálamo a retroalimentação negativa do estrógeno, levando à inibição da atividade reprodutiva (DAY et al., 1984; DAY & ANDERSON, 1998).

A peri puberdade ocorre cerca de 30 a 80 dias antes da puberdade. Neste período, a retroalimentação negativa do E2 começa a reduzir, devido a diminuição progressiva dos receptores deste hormônio no hipotálamo (DAY et al., 1984). Assim, ocorre aumento da liberação de GnRH pelo mesmo e, conseqüentemente, o aumento da pulsatilidade de LH pela hipófise anterior. Isso resulta no estímulo do crescimento folicular final e no conseqüente aumento da produção de E2. Na fêmea em condições adequadas para iniciar a vida reprodutiva, o E2 passa a exercer retroalimentação positiva no hipotálamo, provocando aumento na liberação de GnRH. Conseqüentemente, há estímulo para a hipófise anterior liberar o pico pré-ovulatório de LH, culminando com a ovulação do folículo pré-ovulatório e subsequente formação de um corpo lúteo (DAY et al., 1984; DAY & ANDERSON, 1998; EVANS et al., 1994; MARSON et al., 2004).

O início da puberdade de novilhas é caracterizado pelo incremento na frequência dos pulsos de LH, que se tornam aparentes cerca de 50 dias antes da ovulação (CARDOSO et al., 2018). Esta característica é o preditor mais preciso do início da puberdade (DAY et al., 1984), sendo resultante do aumento prévio da secreção pulsátil de GnRH (CARDOSO et al., 2014a). O aumento da frequência dos pulsos de LH é reflexo das mudanças associadas a maturidade sexual nos centros hipotalâmicos responsáveis pela liberação pulsátil de GnRH (SIZONENKO &

AUBERT, 1986). Essas mudanças ocorrem pelo declínio da retroalimentação negativa exercido pelo estradiol nos neurônios secretores de GnRH (FOSTER & RYAN, 1979).

Além de alterações no sistema nervoso central, os órgãos reprodutivos também sofrem modificações. O diâmetro uterino aumenta rapidamente entre as 2 e 10 semanas de idade passando de 9 para 14 mm, chegando em 16 mm na 24ª semana de vida, onde entra em um platô de desenvolvimento. O diâmetro uterino volta a aumentar a partir da 32ª semana de vida, onde chega a 21 mm na 60ª semana. Este padrão de crescimento está associado a concentração de estrógeno, indicando que maiores concentrações de estrógeno levam ao crescimento e desenvolvimento do útero (DESJARDINS & HALFS, 1969).

A porcentagem de novilhas púberes ao início da estação de monta é considerada fator determinante para que um bom resultado de prenhez seja alcançado nesta categoria (ATKINS et al., 2013). Novilhas púberes tendem a conceber no início da estação de monta, além de terem melhor taxa de prenhez quando comparadas a novilhas pré ou peri-púberes (HOLM et al., 2009; GUTIERREZ et al., 2014). Além disso, novilhas com maior número de ciclos estrais previamente a estação reprodutiva apresentam maior fertilidade, pois o estro puberal em novilhas taurinas é cerca de 15% menos fértil que o terceiro, ressaltando a importância de que as novilhas apresentem-se púberes cerca de 6 a 10 semanas previamente ao início da estação de monta (BYERLEY et al., 1987).

Considerando que a manifestação de estro e ovulação podem ocorrer separadamente em novilhas peri-púberes, a ovulação isoladamente não deve ser considerada como critério para estabelecer o início da puberdade (BYERLEY et al., 1987). A ovulação sem manifestação de estro normalmente ocorre 7 a 10 dias previamente ao primeiro estro ovulatório e a secreção de progesterona durante a fase lútea curta após a primeira ovulação é fundamental para que ciclos estrais normais sejam estabelecidos. A P4 secretada durante a fase lútea curta, diminui o efeito de retroalimentação negativa do estrógeno ovariano ao GnRH a nível hipotalâmico. Além disso, novilhas podem apresentar estro não púbere, tendo sua incidência entre 17% e 63%, podendo ser afetado pela raça, idade, estação do ano ou fotoperíodo (NELSON et al., 1985; RUTTER & RANDEL, 1986).

2.2 Fatores relacionados à puberdade

2.2.1 Nutrição, desenvolvimento corporal e genética

O peso, bem como o desenvolvimento corpóreo, são muito relevantes para que a puberdade possa ser alcançada. Portanto, o acompanhamento dessas características em novilhas se faz necessário para que se possa estimar a idade à puberdade e, conseqüentemente, identificar animais aptos para entrar em reprodução (MARSON et al., 2004). O momento da puberdade está diretamente relacionado ao peso corporal e a raça, sendo que para raças de corte de origem europeia o peso ideal seria o equivalente a 60% do peso adulto, e, para raças zebuínas, 65% (OWENS et al., 1993).

A contagem de folículos antrais tem associação positiva com a fertilidade no gado taurino (CUSHMAN et al., 2009; MOSSA et al., 2012). Novilhas com baixa contagem de folículos antrais (<15 folículos antrais), tiveram baixa taxa de prenhez ao final da estação de monta quando comparadas com novilhas com contagem de folículos antrais alta (>25 folículos antrais). Os fatores que afetam a contagem dos folículos antrais ainda não são claros, porém, restrições alimentares durante o primeiro trimestre de gestação afetaram a população de folículos antrais significativamente (EVANS et al., 2010). Portanto, as condições nutricionais influenciam o futuro reprodutivo desde a vida intrauterina da fêmea.

Manejos nutricionais adequados são determinantes do momento da puberdade, sendo observada antecipação quando há maior ganho de peso antes do desmame, ou logo após o mesmo (HALL et al., 1997; ROBERTS et al., 2009). Da mesma forma, quando ocorre restrição alimentar, ocasionando redução do ganho de peso, a puberdade acaba ocorrendo mais tardiamente (ROBERTS et al., 2009).

De a cordo com CARDOSO et al. (2014b), existem momentos durante a fase do desenvolvimento corporal das novilhas que possuem maior influência na programação da puberdade. Os autores submeteram novilhas a dieta possibilitando ganho de peso dos 4 aos 6,5 meses de idade e, posteriormente, as mesmas foram submetidas à uma restrição alimentar dos 6,5 à 9 meses de idade. Mesmo com a restrição, as novilhas alcançaram a puberdade precocemente (<12 meses de idade). GASSER et al. (2006), obtiveram resultados similares com novilhas *Bos taurus*, que foram alimentadas para obter ganho de peso, no período de 126 a 196 dias de vida,

manifestando alta incidência precoce de puberdade. Todavia, quando as novilhas foram suplementadas com uma dieta semelhante, porém mais tarde, a puberdade não ocorreu precocemente, corroborando com o estudo de CARDOSO et al. (2014b).

Novilhas submetidas a regimes nutricionais que permitem ganho de 1 kg de peso vivo/dia, apresentaram maior frequência de pulsos de GnRH e LH, quando comparadas com novilhas com ganho de 0,5 kg de peso vivo/dia. Isso indica que melhores ganhos de peso no período juvenil aceleram a puberdade por promover a maturação do eixo hipotálamo hipofisário gonadal, acelerando a ocorrência da puberdade pelo aumento da liberação pulsátil de GnRH e LH (CARDOSO et al., 2014b). Por outro lado, a restrição nutricional atrasa a puberdade, devido a supressão dos pulsos de LH e aumento da retroalimentação negativa do estradiol sobre o GnRH no hipotálamo, inibindo o crescimento dos folículos e, conseqüentemente, a ovulação (YELICH et al., 1996).

A oferta nutricional adequada impacta positivamente na puberdade por possibilitar maior disponibilidade de sinalizadores positivos do status metabólico como IGF-1, glicose, leptina e insulina (YELICH et al., 1996; NOGUEIRA, 2004). Um importante indicativo de aporte nutricional adequado é a reserva de energia na forma de gordura, o que reflete no aumento do ECC, e na antecipação da puberdade (SPICER, 2001; VAICIUNAS et al., 2008).

A leptina é um hormônio produzido pelos adipócitos e regulado pelo estado nutricional recente e também de longo prazo (CHILLIARD et al., 2005). É um hormônio essencial para a transmissão de informações metabólicas para os centros hipotalâmicos que controlam a puberdade (CASTELLANO et al., 2010). Mutações genéticas que prejudicam a produção de leptina ou a síntese de seu receptor resultam em obesidade e infertilidade em roedores e humanos (HOUSEKNECHT & PORTOCARRERO, 1998).

Embora múltiplas áreas hipotalâmicas estejam envolvidas nas vias que mediam a regulação metabólica das funções neuroendócrinas, os principais neurônios de detecção metabólica encontram-se no núcleo arqueado (ARC). Sinalizações de hormônios associados ao status metabólico como leptina, grelina, insulina e IGF-1 são integradas no núcleo ARC através de neurônios intermediários (neurônios Kisspeptina) e circuitos gliais que regulam a geração do pulso de GnRH (CARDOSO et al., 2018).

Em ruminantes, durante períodos de restrição nutricional há baixa produção de leptina, inibindo a secreção de GnRH e LH (AMSTALDEN et al., 2000; AMSTALDEN et al., 2003). A leptina induz efeitos positivos na reprodução de forma indireta, por meio de adipocinas que regulam a síntese de kisspeptina (Kp), pois não foram identificados receptores de leptina nos neurônios que secretam GnRH (FINN et al., 1998). A leptina também inibe a ação neuropeptídeo Y (NPY), diminuindo seu efeito negativo nos neurônios GnRH, e estimula a atividade de neurônios secretores de proopiomelanocortina (POMC) no núcleo arqueado do hipotálamo. Os neurônio POMC projetam-se para os neurônio Kiss, que estimulam a liberação pulsátil de GnRH (GAZAL et al., 1998; AMSTALDEN et al., 2014).

É bem estabelecido que os neurônios hipotalâmicos secretores de GnRH não expressam receptores de progesterona e estrógeno. Portanto, acredita-se que os sinais de retroalimentação que regulam a liberação de GnRH e LH são mediados pela kisspeptina (SKINNER et al., 2001; SMITH, 2012). Particularmente em novilhas, tem sido reportado que a população de neurônios kisspeptinérgicos no núcleo arqueado e área pré-óptica do hipotálamo, possuem papel fundamental na regulação da liberação de GnRH, sendo reguladores-chave durante a transição pubertal (HASSANEEN et al., 2016).

A kisspeptina atua via receptor GPR54 para mediar a ação dos sinalizadores periféricos (GOTTSCHE et al., 2004). Esse receptor foi mais recentemente denominado de receptor Kiss1 (Kiss1r) (GOTTSCHE et al., 2009), sendo expresso nos neurônios secretores de GnRH de ovinos (SMITH et al., 2011), nos gonadotrofos hipofisários, no ovário, entre outros tecidos (RICHARD et al., 2009).

Com base no acima exposto, fica evidente a relevância dos aspectos nutricionais na determinação do momento da puberdade. Entretanto, mesmo em animais bem nutridos, há marcado efeito da composição genética. Entre as variadas raças, as taurinas, são mais precoces, podendo iniciar a puberdade entre 6 a 12 meses de idade, dependendo da raça e das condições ambientais (FORDE et al., 2011; DAY & NOGUEIRA, 2013). Animais de raças zebuínas são mais tardios, atingindo a puberdade entre 22 e 36 meses de idade, levando a ocorrência da primeira parição somente aos 3 ou 4 anos em sistemas de produção extensivos (RESTLE et al., 1999; NOGUEIRA, 2004; MALHADO et al., 2013). Um fator contribuinte para isso pode ser a falta de pressão de seleção para precocidade (ELER et al., 2002), parâmetro que tem sido priorizado nos programas de melhoramento atuais. Com isso,

fatores como idade avançada ao primeiro parto e baixa taxa de prenhez, levam a redução dos índices reprodutivos, baixos índices de desfrute, causando grandes prejuízos na atividade pecuária (CARDOSO & NOGUEIRA, 2007). Um estudo publicado por MARTINS et al. (2021) avaliou o efeito de dois tratamentos com P4 sequenciais em novilhas Brahman e cruza Brahman x Angus em diferentes composições sanguíneas. Os autores observaram que quanto maior a proporção de sangue de raça zebuína, menor é a probabilidade da novilha encontrar-se púbere ao início da estação de monta.

2.2 Protocolos para indução de puberdade

Uma forma de antecipar a puberdade de novilhas é a administração de progesterona antes do protocolo de IATF, levando à maior número de novilhas púberes ao início do mesmo, possibilitando melhores taxas de prenhez trinta dias após a IA (LIMA et al., 2020). A administração de P4 em novilhas pré-púberes é uma forma de modular o hipotálamo para promover aumento da secreção de gonadotrofinas, induzindo a puberdade, já que leva a redução dos receptores de estrógeno, diminuindo o efeito de retroalimentação negativa do E2 ao GnRH e, conseqüentemente, aumentando a pulsatilidade de LH (ATKINS et al., 2013).

O status puberal ao início do protocolo de indução de puberdade influencia diretamente na resposta dos animais ao tratamento com P4. KASIMANICKAM et al. (2020) verificaram que novilhas com ETR 1 e 2 tiveram maior intervalo entre a remoção do CIDR e a manifestação de estro (~40 dias) quando comparadas a novilhas com ETR 3 (~14 dias). Em alguns casos pode ocorrer imediata manifestação de estro, ou resposta ovulatória após exposição a P4, porém, os animais podem não manter ciclos estrais regulares (MARTINS et al., 2021).

Nos últimos anos, inúmeros protocolos hormonais têm sido utilizados para induzir a puberdade das novilhas previamente a estação de monta. Os protocolos de indução pioneiros consistiam na inserção de dispositivos intravaginais de progesterona por 10 a 12 dias, acompanhados ou não da aplicação de hormônio como eCG e estradiol, para aumentar as chances de ovulação (SÁ FILHO et al., 2015).

Outras fontes de progestinas como o acetato de melengestrol (PATTERSON et al., 2013) ou norgestomet também são efetivos na indução de puberdade de novilhas de corte. Recentemente, a utilização de uma única dose de P4i de longa ação para a

indução de puberdade em novilhas vem sendo relatada, e por sua facilidade de aplicação, tem sua utilização em escala comercial favorecida (PUGLIESI et al., 2014; SIMOES et al., 2018; LIMA et al., 2020).

Em geral, os protocolos de indução de puberdade em novilhas são realizados entre 20 e 24 dias previamente ao protocolo de IATF, devido ao fato que novilhas possuem maior fertilidade após pelo menos uma ovulação espontânea posterior ao protocolo de indução da puberdade (MARTIN et al., 1992). Porém, não está claro se múltiplos tratamentos, ou a antecipação do tratamento com P4, trazem benefícios na prenhez após IATF. Portanto, o presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito de um ou dois tratamentos com P4i previamente ao protocolo de IATF na taxa de prenhez e parâmetros reprodutivos de novilhas de corte de raça taurina ou sintética.

3 Artigo

Progesterona injetável para o controle do ciclo estral de novilhas taurinas ou sintéticas

Fabício Dias Alves Gularte (0000-0003-2700-4899), Sergio Farias Vargas Jr (0000-0002-2782-4574), Rafael Gianella Mondadori (0000-0003-0578-8469), Bernardo Garziera Gasperin¹ (0000-0002-3715-2345)*

Submetido à revista Ciência Rural

Progesterona injetável para o controle do ciclo estral de novilhas taurinas ou sintéticas

Injectable progesterone for estrous cycle control in heifers of taurine or synthetic breeds

Fabício Dias Alves Gularte¹ (0000-0003-2700-4899), Sergio Farias Vargas Jr¹ (0000-0002-2782-4574), Rafael Gianella Mondadori¹ (0000-0003-0578-8469), Bernardo Garziera Gasperin^{1*} (0000-0002-3715-2345)

¹Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Capão do Leão, RS, Brasil.

*Autor para correspondência: bbgasperin@gmail.com

Resumo

O desempenho reprodutivo de novilhas é fundamental para a lucratividade dos sistemas de cria. Os objetivos foram avaliar o efeito de uma ou duas administrações de progesterona injetável (P4i) sobre a taxa de ovulação, função luteal e taxa de prenhez em novilhas após IATF. No Experimento 1, 380 novilhas Angus foram alocadas em três grupos: controle (n=152), que não recebeu P4i; 1P4i (n=136), uma aplicação de P4i de 175 mg (D -24); e 2P4i (n=92), duas aplicações de 175 mg P4i (D -48 e D -24). As novilhas foram submetidas ao mesmo protocolo de IATF [D0: dispositivo intravaginal de P4 (0,5 g) e 2 mg de benzoato de estradiol (BE); D8: 300 UI de gonadotrofina coriônica equina (eCG), 150 µg de cloprostenol (PGF) e 0,5 mg de cipionato de estradiol (CE); D10: 10,5 µg de análogo de GnRH nas fêmeas com tinta no dia da IATF]. Não houve efeito dos tratamentos sobre a taxa de prenhez após IATF [Controle=50,6% (77/152); 1P4i=44,8% (61/136); 2P4i=46,7% (43/92); P>0,05], nem interação dos tratamentos com ETR, ECC e PV, avaliados no D -48 (P>0,05). No Experimento 2, 51 novilhas Brangus (ECC 2,5-4), foram alocadas nos mesmos grupos descritos anteriormente, porém, sem a utilização de eCG e GnRH. A taxa de ovulação (presença de corpo lúteo sete dias após a IATF), não diferiu entre os grupos [Controle=56,2% (9/16); 1 P4i=58,8% (10/17); 2 P4i=61,1% (11/18); P>0,05]. Não houve efeito dos tratamentos sobre as concentrações de P4 ao 7º e 14º

dia pós IATF ($P>0,05$). Conclui-se que uma ou duas aplicações de P4i previamente ao protocolo de IATF não afetaram a taxa de ovulação, função luteal e taxa de prenhez em novilhas.

Palavras-chave: puberdade; progesterona; ciclicidade; novilhas.

Abstract

The reproductive performance of heifers is essential for the profitability of breeding herds. The objectives of the study were to evaluate the effect of one or two administrations of injectable progesterone (iP4) on ovulation rate, luteal function and pregnancy rate in heifers after TAI. In Experiment 1, 380 Angus heifers were allocated into three groups: control ($n=152$), which did not receive iP4; 1iP4 ($n=136$), application of 175 mg iP4 (D -24); and 2iP4 ($n=92$), two applications of 175 mg of iP4 (D -48 and D -24). The animals were subjected to the same TAI protocol [D0: intravaginal device with P4 (0.5 g) and 2 mg of estradiol benzoate (EB); D8: 300 IU of equine chorionic gonadotropin (eCG), 150 μ g of cloprostenol (PGF) and 0.5 mg of estradiol cypionate (EC); D10: 10.5 μ g of GnRH analogue in cows with tail paint]. There was no effect of treatments on pregnancy rates after TAI [Control=50.6% (77/152); 1iP4=44.8% (61/136); 2iP4=46.7% (43/92); $P>0.05$], with no interaction between treatments with RTS, BCS or LW evaluated on D -48 ($P>0.05$). In Experiment 2, 51 Brangus heifers (BCS 2.5-4) were allocated to the same groups described above, however, without the use of eCG and GnRH. The ovulation rate (presence of corpus luteum seven days after TAI) did not differ between the groups [Control= 56.2% (9/16); 1iP4= 58.8% (10/17); 2iP4= 61.1% (11/18); $P>0.05$]. There was no effect of treatments on P4 concentrations seven and 14 days after TAI ($P>0.05$). It is concluded that one or two applications of iP4 before the TAI protocol do not affect ovulation, luteal function and pregnancy rates in heifers.

Keywords: puberty; progesterone; cyclicity; heifers.

1. Introdução

Embora a pecuária brasileira venha avançando significativamente nos índices zootécnicos, ainda possui enormes deficiências, como o baixo desempenho reprodutivo. A idade à puberdade das novilhas e, conseqüentemente, a idade na primeira parição, estão entre os parâmetros mais importantes na avaliação da eficiência reprodutiva de um rebanho (MARSON et al., 2004). A primeira parição aos quatro anos de idade repercute em taxa de desfrute do rebanho em torno de 10%, sendo que esta pode ser duplicada se a primeira parição ocorrer aos três anos de idade. Contudo, em um cenário com idade ao primeiro parto de 24 meses, ou seja, quando temos acasalamento das novilhas aos 15 meses, a taxa de desfrute fica em torno de 40%. Desta forma, fica claro que, quando se reduz a idade ao primeiro parto, se obtém melhora na taxa de desfrute (PATTERSON et al., 1992; FRIES & ALBUQUERQUE, 1999).

A puberdade de novilhas pode ser induzida através da exposição à progesterona (P4) previamente ao protocolo de IATF, pois a P4 diminui o efeito da retroalimentação negativa exercida pelo estrógeno ovariano sobre a síntese de GnRH no hipotálamo, possibilitando com que se tenha maior número de novilhas púberes ao início do protocolo de sincronização de estro e ovulação. Isso leva a melhores taxas de prenhez trinta dias após a inseminação artificial (IA), além de reduzir a idade ao primeiro parto (LIMA et al., 2020). Os protocolos de indução pioneiros consistiam na inserção de DIV contendo progesterona por 10 a 12 dias, acompanhados ou não da aplicação de hormônio como eCG e estradiol, para aumentar as chances de ovulação (SÁ FILHO et al., 2015). Porém, atualmente a progesterona injetável (P4i) de longa ação tem sido mais utilizada pela facilidade de aplicação (PUGLIESI et al., 2014; SIMOES et al., 2018; LIMA et al., 2020).

Há diversos estudos relacionados ao efeito do tratamento com P4 sobre a ciclicidade, taxa de prenhez e parâmetros reprodutivos em novilhas de corte de raças zebuínas (THOMAS

et al., 2017; MARTINS et al., 2021), porém, para novilhas de corte de raças taurinas e sintéticas, as informações são escassas. Com base no exposto, formulou-se a hipótese que a exposição a uma ou duas doses de P4i de longa ação, previamente ao protocolo de IATF, possibilita maior taxa de ovulação, maior concentração sérica de P4 e maior taxa de prenhez após IATF em novilhas.

2 Materiais e Métodos

2.1 Experimento 1

O estudo foi realizado no município de Aceguá-RS (31°34' 51,36" S – 54° 08' 52.45" O). Para realização do experimento foram selecionadas 380 novilhas *Bos taurus* da raça Aberdeen Angus, com idade entre 14 e 18 meses, para entrar em um programa de indução de ciclicidade. As novilhas apresentavam escore de condição corporal (ECC) de 2,5 a 3, com peso vivo (PV) entre 210 e 280 kg (média de 243,3±0,88 kg) na primeira avaliação, 48 dias antes (D -48) do início do protocolo de IATF. Os animais foram mantidos em pastagens nativas melhoradas com a introdução de espécies forrageiras exóticas de inverno durante todo o período do experimento.

As fêmeas foram alocadas nos seguintes grupos: a) Controle (n=152; 250±1,25 kg): foi apenas manejado e submetido ao protocolo de IATF;.b) 1P4i (n=136; 243,4±1,4 kg): recebeu 175 mg de P4i de longa ação (Progecio 7%, Agener União, São Paulo, Brasil) por via intramuscular (i.m) 24 dias (D -24) antes do início (D0) do protocolo de IATF; c) 2P4i (n=92; 232,1±1,7 kg): recebeu 175 mg de P4i de longa ação (Progecio 7%, Agener União, São Paulo, Brasil) por via intramuscular (i.m.) 48 (D -48) e 24 (D -24) dias antes do início (D0) do protocolo de IATF.

Foi avaliado o escore do trato reprodutivo (ETR), escore de condição corporal (ECC) e peso dos animais no D-48. A avaliação do ETR foi feita por palpação transretal conforme

descrito por ANDERSON et al. (1991) em uma escala de 1 a 5 e a classificação foi feita de acordo com PATTERSON et al. (2000) onde novilhas com ETR 1, 2 e 3 foram consideradas pré-púberes; e com ETR 4 e 5 foram consideradas púberes. O escore de condição corporal (ECC) foi avaliado em uma escala de 1 a 5 (1 = muito magra; 5 = muito gorda) conforme descrito por JAUME & MORAES (2002) (Figura 1). No D0, foi realizada a pesagem em um subgrupo de animais (n=89) para cálculo do GMD.

Todos os animais foram submetidos ao mesmo protocolo de IATF, no qual no D0 as novilhas receberam o dispositivo de progesterona de 0,5 g (Repro-one) juntamente com a aplicação de 2 mg de benzoato de estradiol (Bioestrogen) por via i.m. No D8 foi realizada a pintura da base da cauda com bastão marcador para avaliar a manifestação de estro, assim como a retirada do dispositivo de progesterona e a administração de 0,5 mg de cipionato de estradiol (Croni-cip, Biogénesis Bagó, Curitiba, Brasil), 300 UI de gonadotrofina coriônica equina (Ecgon, Biogénesis Bagó, Curitiba, Brasil), e 150 µg de D-cloprostenol sódico (Croniben, Biogénesis Bagó, Curitiba, Brasil), ambos por via i.m. No D10 foi realizada a IATF, e as fêmeas que não manifestaram estro receberam 10,5 µg de acetato de buserelina (Gonaxal, Biogénesis Bagó, Curitiba, Brasil) por via i.m. (Figura 2). Foi utilizado apenas um touro para as inseminações de todos os tratamentos. O diagnóstico de gestação foi realizado por ultrassonografia aos 30 dias (D40) de gestação.

2.2 Experimento 2

Foram utilizadas 51 novilhas da raça Brangus, com 12 a 14 meses de idade, localizadas em Eldorado do Sul. As novilhas apresentavam ECC entre 2,5 e 4, e foram alocadas nos mesmos grupos e submetidas ao mesmo protocolo de IATF descrito no experimento 1, porém, sem a utilização de eCG e GnRH. Foram avaliadas a taxa de ovulação com base na presença de corpo lúteo sete dias após a IATF e a concentração sérica de progesterona obtida através da técnica de quimiluminescência a partir de coletas de sangue realizadas no 7º e 14º dias do ciclo

estral (D0 = momento da IATF). Considerando o reduzido número de animais, e o fato de terem sido utilizados vários touros na IATF, os dados de prenhez não foram avaliados.

2.3 Análise estatística

No experimento 1, os dados foram analisados por regressão logística considerando o efeito do grupo, escore de trato reprodutivo, escore de condição corporal e peso vivo, e suas interações de segundo grau. No experimento 2, a taxa de ovulação foi avaliada pelo teste de qui-quadrado e as concentrações de progesterona 7 e 14 dias após IATF foram comparadas utilizando o teste “t” de Student para amostras pareadas. As análises foram realizadas utilizando o software JMP (JMP Statistical Discovery LLC), utilizando nível de significância de $P < 0,05$.

3. Resultados

3.1 Experimento 1

O ganho médio diário entre D -48 e D0 foi calculado em um subgrupo de animais ($n=89$). Nas condições de pastejo em que se encontravam foi possível um ganho médio diário de $0,9 \pm 0,04$ kg. Não foram observados efeitos significativos de interação ($P > 0,05$) do tratamento com o peso dos animais ao D -48 na taxa de prenhez (Figura 2).

Não foram observados efeitos de interação ($P > 0,05$) do tratamento com o ECC ao D -48 na taxa de prenhez (Figura 3). Da mesma forma, não foi observada ($P > 0,05$) interação do tratamento com o ETR dos animais ao D -48 na taxa de prenhez aos 30 dias de gestação (Figura 4).

Não foram observadas diferenças na prenhez aos 30 dias depois da IATF [Controle= 50,6% (77/152); 1P4i= 44,8% (61/136); 2P4i= 46,7% (43/92); $P > 0,05$]. Não houve efeito do tratamento na prenhez (Figura 5).

3.2 Experimento 2

As novilhas apresentaram GMD (D -48 a D10) de $0,114 \pm 0,02$ Kg e peso médio à IATF de $302,1 \pm 4,1$ kg. A taxa de ovulação sete dias após a IATF não diferiu entre os grupos [Controle=56,2% (9/16); 1P4i=58,8% (10/17); 2 P4i=61,1% (11/18); $P>0,05$]. Não houve efeito dos tratamentos nas concentrações séricas de progesterona no 7º e 14º dia após IATF [Controle= $3,7 \pm 0,5$ e $9,6 \pm 0,9$; 1P4i= $4,7 \pm 0,8$ e $11,3 \pm 1,8$; 2P4i= $5,5 \pm 0,7$ e $12,2 \pm 1,5$ ng/mL; $P>0,05$] sendo observado apenas um efeito do dia (Figura 6).

4. Discussão

De acordo com AZEVÊDO et al. (2005), a precocidade é uma das características mais buscadas em novilhas, pois fêmeas mais precoces e férteis levam a maior taxa de nascimentos, e maior produção de carne por ano. Os resultados do estudo evidenciam que a exposição estratégica à P4i exógena previamente ao protocolo de IATF em novilhas Angus nas condições do experimento, não apresentou efeito na taxa de prenhez aos 30 dias pós IATF. Ainda, o tratamento com P4i em novilhas sintéticas não afetou a taxa de ovulação e função lútea. Dados similares foram encontrados por MARTINS et al. (2021) com novilhas Brahman e Brahman x Angus em diferentes proporções sanguíneas, com 24 meses de idade, com ou sem exposição a P4 prévia ao protocolo de IATF. Os autores também não encontraram diferença na taxa de prenhez aos 30 dias pós IA em novilhas taurinas. Contudo, no mesmo estudo observaram efeito positivo na prenhez aos 30 dias em novilhas Brahman puras, que receberam exposição à P4 antes do protocolo de IATF, sugerindo uma forte influência da precocidade da raça Angus.

No presente estudo, o diagnóstico de gestação foi realizado trinta dias após a IATF, não sendo observadas diferenças na prenhez, sendo obtidas taxas entre 44,8 e 50,6%. A ausência de efeito nos tratamentos pode ser decorrente do fato da raça Angus apresentar características de precocidade e fertilidade extremamente acentuadas, desde que submetida a um bom manejo

nutricional. Em um trabalho realizado por REGGIORI (2014), comparando o desempenho reprodutivo de novilhas Nelore e cruzadas (Angus x Nelore), as novilhas cruzadas apresentaram melhor desempenho reprodutivo e produtivo.

É bem estabelecido que a fertilidade de novilhas aumenta do primeiro para o terceiro estro após a puberdade. BYERLEY et al. (1987) encontraram taxa de prenhez 21% superior em novilhas cruza Angus inseminadas no terceiro estro, quando comparada às inseminadas no primeiro estro. Já ROBERTS et al. (2018), observaram incremento de 5% na prenhez de novilhas cruza Angus com 14 a 15 meses de idade inseminadas no terceiro estro. Com base no exposto, esperava-se maior taxa de prenhez nas novilhas submetidas a dois tratamentos com P4i. Entretanto, é importante ressaltar que o protocolo de IATF utilizado no presente estudo envolveu a administração de progesterona e eCG, hormônios que aumentam as chances de manifestação de estro e ovulação, o que pode ter mascarado eventuais efeitos anteriores dos tratamentos injetáveis.

Infelizmente, no presente estudo, não foi avaliado o momento da puberdade nas novilhas, apenas a taxa de prenhez após IATF. SHORT & BELLOWS (1971) e WOOD-FOLLIS et al. (2004) relatam que a idade em que ocorre a puberdade e o momento com que se estabelece a primeira gestação afeta de forma direta a vida produtiva da fêmea. Em novilhas Nelore, a indução de puberdade previamente ao protocolo de IATF é bastante comum (THOMAS et al., 2017). A progesterona exógena aumenta a frequência dos pulsos e estimula a liberação de LH, devido a redução dos receptores de estradiol no hipotálamo, diminuindo a retroalimentação negativa ao GnRH e, conseqüentemente, ao LH, em novilhas peri- e pré-púberes (HALL et al., 1997; IMWALLE et al., 1998). Assim, ocorre maior crescimento folicular e síntese de estrógeno, maior desenvolvimento uterino, aumentando o número de novilhas púberes ao início do protocolo de IATF e, conseqüentemente, a prenhez (BERARDINELLI et al., 1979; THOMAS et al., 2017). Para inferir sobre o efeito dos

tratamentos sobre o momento da puberdade, seriam necessárias avaliações ovarianas semanais, anteriormente ao protocolo de IATF.

Em um estudo com novilhas cruza Angus com ETR entre 2 e 5 ao início do protocolo de IATF, sem a indução prévia a puberdade, KASIMANICKAM et al. (2020) encontraram taxa de prenhez superior em 6% a 8% no grupo que foi utilizado o Co-Synch + CIDR, assim como maior manifestação de estro quando comparado ao grupo submetido somente ao Co-Synch (sem P4). Os dados do referido estudo poderiam justificar os resultados do presente, ou seja, ausência de efeito dos tratamentos na taxa de prenhez aos 30 dias, uma vez que todos os tratamentos foram submetidos a protocolos de IATF com DIV contendo P4. Portanto, pode-se inferir que em novilhas de raças que atingem a puberdade precocemente, o protocolo de IATF associado a um GMD adequado são suficientes para alcançar taxas satisfatórias de prenhez na primeira IATF. Contudo, de acordo com HALL et al. (2011) a taxa de crescimento em novilhas Charolês x Hereford entre 9,5 e 12,5 meses de idade não afetou a resposta ao fármaco utilizado para indução das mesmas, porém, a idade apresentou um efeito positivo. O referido estudo não avaliou a taxa de prenhez.

Em outro estudo realizado por KASIMANICKAM et al. (2016) novilhas cruza Angus com ETR 2-4 submetidas a um protocolo de IATF com CIDR por 7 dias, com aplicação de prostaglandina na retirada, apresentaram maior taxa de prenhez quando comparadas com novilhas com ETR 5 submetidas a duas aplicações de prostaglandina com intervalo de 14 dias. Em ambos os tratamentos, as novilhas foram submetidas a IA 12 h após a observação de estro. Os dados do estudo sugerem que, quando há suplementação de progesterona, o ETR não exerce efeito na taxa de prenhez. Os resultados do presente estudo não demonstraram efeito do ETR na taxa de prenhez aos 30 dias após a IA diferindo dos dados encontrados por THOMAS et al., (2017) que encontraram uma taxa de prenhez superior em fêmeas com ETR superior. Do mesmo modo, MARTINS et al. (2021), com novilhas Angus x Brahman (24 meses), com

distintas composições raciais e induzidas com CIDR por 14 dias antes do início do protocolo de IATF, observaram que novilhas com maior ETR apresentaram maior probabilidade de ovulação, de manifestação de estro e maior probabilidade de prenhez à IATF.

As taxas de prenhez obtidas no presente estudo são próximas às encontrados por de LIMA et al. (2020) em novilhas zebuínas pré-púberes e púberes, com idade média de 21 meses, que foram ou não submetidas a protocolo de indução de puberdade, apresentando taxas de prenhez de 34,2% a 48,6%. KASIMANICKAM et al. (2020) em novilhas cruza Angus, com 15 a 16 meses de idade, obtiveram taxas entre 55,3% e 65%, porém, as novilhas apresentavam maior peso à IATF. Já FELISBINO NETO (2021), em novilhas zebuínas com 24 meses de idade submetidas à indução de puberdade previamente ao início do protocolo de IATF, obteve taxa de prenhez entre 50,5 e 51,4%.

Recentemente, um estudo comparou a administração de P4i 24 (D -24) ou 10 (D -10) dias antes do início do protocolo de IATF em novilhas zebuínas pré-púberes, com média de 24 meses de idade. Novilhas tratadas no D -10 apresentaram maior diâmetro uterino ao início do protocolo de IATF e maior prenhez aos 30 dias, embora apresentassem menor taxa de ciclicidade ao início do protocolo de IATF (FELISBINO NETO, 2021). Este fato pode estar associado ao aumento da área endometrial devido a um alto nível de estrógeno e baixa progesterona ao momento de iniciar o protocolo, o que poderia justificar o aumento do diâmetro uterino das novilhas tratadas com P4i dez dias antes ao protocolo de IATF, assim como a maior taxa de prenhez aos 30 dias pós IA (MADUREIRA et al., 2020). Portanto, o momento mais adequado para aplicação de P4i na indução de puberdade deve ser melhor explorado.

A ausência de efeito dos tratamentos do experimento 2 sugere que as novilhas estavam distantes de iniciar a puberdade por apresentarem baixo peso (300 kg) para ingressar em um protocolo de IATF (> 320 kg), considerando que são animais de raça sintética. Em um estudo realizado por Brauner et al. (2008), no qual avaliaram o efeito do genótipo e do peso pré-

acasalamento em novilhas de corte, novilhas Brangus com média de 321 kg apresentaram taxa de maturidade sexual de apenas 7,1%. Esses dados sugerem a necessidade de maior peso das novilhas desta raça para atingirem plena maturidade sexual. A taxa de ovulação observada no presente estudo (60%) corrobora com a hipótese de que uma proporção significativa dos animais estava distante de atingir a puberdade espontaneamente.

O tratamento com eCG na retirada do dispositivo de P4 tem sido amplamente utilizado em fêmeas zebuínas e taurinas, para estimular o crescimento folicular e ovulação, aumentando a taxa de prenhez (BÓ et al., 2002; BARUSELLI et al., 2004a; DIAS et al., 2009). De acordo com PERES et al. (2009) e RODRIGUES et al. (2013), novilhas tratadas com eCG apresentaram maiores taxas de ovulação e de expressão de estro. O fato de não ter sido administrada eCG no segundo estudo pode ter colaborado para a baixa taxa de ovulação observada. Por outro lado, a taxa de ovulação das novilhas Brangus do presente estudo foi superior a encontrada por BARUSELLI et al. (2004b), de 50%, em novilhas Nelore sem a utilização de eCG no protocolo de IATF.

5. Conclusão

Uma ou duas administrações de P4i previamente ao protocolo de IATF não afetaram a taxa de prenhez em novilhas taurinas de raça precoce com GMD adequado. Em novilhas sintéticas, menos precoces, os tratamentos não afetaram a ovulação e função lútea, o que pode ser decorrente do baixo peso vivo e baixo GMD dos animais. As condições que possibilitam melhor resposta ao protocolo de indução de ciclicidade em novilhas de corte de raças taurinas ou sintéticas devem ser investigadas em estudos futuros.

Declaração de conflito de interesses

Não há nenhum conflito de interesse a declarar.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (INCT 406866/2022-8), CAPES (Código 001) e FAPERGS (21/2551-0002278-7 e 22/2551-0000391-5) pelo suporte financeiro.

Contribuição dos autores

Os autores contribuíram igualmente para o manuscrito.

Comitê de Ética e Biossegurança

Todos os procedimentos realizados foram aprovados pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da Universidade Federal de Pelotas (31587-2020).

Referências

ANDERSON, K. J.; 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.

AZEVEDO, D. M. M. R.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R. N. B.; LÔBO, R. B.; MOURA, A. A. A. N.; PIMENTA FILHO, E. C.; MALHADO, C. H. M. Produtividade acumulada (PAC) das matrizes em rebanhos Nelore do Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 54-59, 2005. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000100007>.

BARUSELLI, P. S; REIS, E. L; MARQUES, M. O; NASSER, L. F; BO, G. A. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. **Animal Reproduction Science**, v. 82-83, p. 479- 486, 2004a. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.025>.

BARUSELLI, P. S; REIS, E. L; CARVALHO, N. A. T.; CARVALHO, J. B. P. eCG increase ovulation rate and plasma progesterone concentration in Nelore (*Bos indicus*) heifers treated with progesterone releasing device. In: **XVI International Congress on Animal Reproduction**, v. 1, p. 117, 2004b.

BERARDINELLI, J. G.; DAILEY, R. A.; BUTCHER, R. L.; INSKEEP, E. K. Source of progesterone prior to puberty in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 49, p. 1276–1280, 1979. Available from: <https://doi.org/10.2527/jas1979.4951276x>.

BÓ, G. A; CUTAIA, L; TRIBULO, R. Hormonal treatments for fixed-time artificial insemination: some experiments performed in Argentina. Second part (in Spanish). **Taurus**, v. 15, p. 17–32, 2002.

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. Available from: <https://doi.org/10.2527/jas1987.653645x>.

DIAS, C. C; WECHSLER, F. S; DAY, M. L; VASCONCELOS, J. L. M. Progesterone concentrations, exogenous equine chorionic gonadotropin, and timing of prostaglandin F(2alpha) treatment affect fertility in postpuberal Nelore heifers. **Theriogenology**, v. 72, n. 3, p. 378–385, 2009. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.03.006>.

FELISBINO NETO, Augusto Rodrigues. **Estratégias para otimizar o protocolo de IATF em novilhas Nelore (*Bos Indicus*)**. 2021. 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Reprodução Animal, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

FRIES, L. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Prenhez aos quatorze meses: Presente e future. Elementos do componente genético. In: XXXVI Reunião Annual da Sociedade Brasileira de

Zootecnia, 1999, Porto Alegre. **Anais da XXXVI Reunião Annual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Porto Alegre, 1999. p.227-239.

HALL, J. B.; STAIGMILLER, R. B.; SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A.; MACNEIL, M. D.; BELLOWS, S. E. Effect of age and pattern of gain on induction of puberty with a progestin in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 6, p. 1606-1611, 1997. Available from: <https://doi.org/10.2527/1997.7561606x>.

IMWALLE, D. B.; PATTERSON, D. J.; SCHILLO, K. K. Effects of melengestrol acetate on onset of puberty, follicular growth, and patterns of luteinizing hormone secretion in beef heifers. **Biology of Reproduction**, v. 58, p. 1432-1436, 1998. Available from: <https://doi.org/10.1095/biolreprod58.6.1432>.

JAUME, C. M. & MORAES, C. F. Importância da condição corporal na eficiência reprodutiva do rebanho de cria. **EMBRAPA**, 1ed., p. 7-14, 2002.

KASIMANICKAM, R. K.; KASIMANICKAM, V. R.; OLDHAM, J.; WHITMORE, M. Cyclicity, estrus expression and pregnancy rates in beef heifers with different reproductive tract scores following progesterone supplementation. **Theriogenology**, v. 145, p. 39-47, 2020. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.028>.

KASIMANICKAM, R. K.; WHITTIER, W. D.; HALL, J. B.; KASTELIC, J. P. Estrous synchronization strategies to optimize beef heifer reproductive performance after reproductive tract scoring. **Theriogenology**, v. 86, p. 831-838, 2016. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.028>.

LIMA, R. S.; MARTINS, T.; LEMES, K. M.; BINELLI, M.; MADUREIRA, E. H. Effect of a puberty induction protocol based on injectable long-acting progesterone on pregnancy success of beef heifers serviced by TAI. **Theriogenology**, v. 154, p. 128-134, 2020. Available from:

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.05.036>.

MADUREIRA, G.; CONSENTINI, C. E. C.; MOTTA, J. C. L.; DRUM, J. N.; PRATA, A. B.; MONTEIRO, P. L. J.; MELO, L. F.; GONÇALVES, J. R. S.; WILTBANK, M. C.; SARTORI, R. Progesterone-based timed AI protocols for *Bos indicus* cattle II: reproductive outcomes of either EB or GnRH-type protocol, using or not GnRH at AI. **Theriogenology**, v. 145, p. 86-93, 2020. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.033>.

MARSON, E. P.; GUIMARAES, J. D.; MIRANDA NETO, T. Puberty and sexual maturity in beef heifers. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 28, n. 1, p. 3-12, 2004.

MARTINS, T.; SILVA, F. A. C. C.; SORIANO, G. A.; PINTO, L. M. F.; ROCHA, C. C.; GONELLA-DIAZA, A. M.; DILORENZO, N.; ERA, O.; BINELLI, M. Puberty attainment and reproductive performance of yearling *Bos indicus*-influenced heifers after two sequential treatments with progesterone. **Animal Reproduction Science**, v. 231, p. 106803, 2021. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106803>.

PATTERSON, D. J.; PERRY, R. C.; KIRACOFÉ, G. H.; BELLOWS, R. A.; STAIGMILLER, R. B.; CORAH, L. R. Management considerations in heifer development and puberty. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 4018-4035, 1992. Available from: <https://doi.org/10.2527/1992.70124018x>.

PATTERSON, D. J.; WOOD, S. L.; RANDLE, R. F. Procedures that support reproductive management of replacement beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1-15, 2000. Available from: <https://doi.org/10.2527/jas2000.00218812007700ES0005x>.

PERES, R. F.; CLARO, I.; SÁ FILHO, O. G.; NOGUEIRA, G. P.; VASCONCELOS, J. L. Strategies to improve fertility in *Bos indicus* post pubertal heifers and nonlactating cows

submitted to fixed time artificial insemination. **Theriogenology**, v. 72, p.681–689, 2009. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.04.026>.

PUGLIESI, G.; OLIVERIA, M. L.; SCOLARI, S. C.; LOPES, E.; PINAFFI, F. V.; MIAGAWA, B. T.; PAIVA, Y. N.; MAIO, J. R.; NOGUEIRA, G. P.; BINELLI, M. Corpus luteum development and function after supplementation of longacting progesterone during the early luteal phase in beef cattle. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 49, p. 85-91, 2014. Available from: <https://doi.org/10.1111/rda.12231>.

REGGIORI, Meriellen Rouldino. **Precocidade sexual, eficiência reprodutiva e desempenho produtivo de matrizes jovens nelores e cruzadas**. 2014. 38f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2014.

ROBERTS, A. J.; KETCHUM, J. N.; FUNSTON, R. N. Developmental and reproductive characteristics of beef heifers classified by number of estrous cycles experienced by start of first breeding. **Translational Animal Science**, v. 3, n. 1, p. 541–548, 2018. Available from: <https://doi.org/10.1093%2Ftas%2Ftxy118>.

RODRIGUES, A. D.; PERES, R. F.G.; LEMES, A. P.; MARTINS, T.; PEREIRA, M. H.; DAY, M. L.; VASCONCELOS, J. L. Progesterone-based strategies to induce ovulation in prepubertal Nelore heifers. **Theriogenology**, v. 79, p. 135–141, 2013. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.09.018>.

SÁ FILHO, M. F.; NASSER, L. F. T.; PENTEADO, L.; PRESTES, R.; MARQUES, M. O.; FREITAS, B. G.; MONTEIRO, B. M.; FERREIRA, R. M.; GIMENES, L. U.; BARUSELLI, P. S. Impact of progesterone and estradiol treatment before the onset of the breeding period on reproductive performance of Bos indicus beef heifers. **Animal Reproduction Science**, v. 160, p. 30-39, 2015. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2015.06.024>.

SHORT, R. E. & BELLOWS, R. A. Relationships among weight gain, age at puberty and reproductive performance in heifers. **Journal of Animal Science**, v. 32, p. 127, 1971. Available from: <https://doi.org/10.2527/jas1971.321127x>.

SIMÕES, L. M. S.; ORLANDI, R. E.; MASSONETO, J. P. M.; SCANDIUZZI, J. R. L. A.; FREITAS, B. G.; BASTOS, M. R.; SOUZA, J. C.; SALES, J. N. S. Exposure to progesterone previous to the protocol of ovulation synchronization increases the follicular diameter and the fertility of suckled *Bos indicus* cows. **Theriogenology**, v. 116, p. 28-33, 2018. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.04.031>.

THOMAS, J. M.; LOCKE, J. W. C.; BISHOP, B. E.; ABEL, J. M.; ELLERSIECK, M. R.; YELICH, J. V.; POOCK, S. E.; SMITH, M. F.; PATTERSON, D. J. Evaluation of the 14-d CIDR-PG and 9-d CIDR-PG protocols for synchronization of estrus in *Bos indicus*-influenced and *Bos taurus* beef heifers. **Theriogenology**, v. 92, p. 190-196, 2017. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.01.020>.

WOOD-FOLLIS, S. L.; KOJIMA, F. N.; LUCY, M. C.; SMITH, M. F.; PATERSON, D. J. Estrus synchronization in beef heifers with progestin-based protocols. I. Differences in response based on pubertal status at the initiation of treatment. **Theriogenology**, v. 62, p. 1518-1528, 2004. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.02.017>.

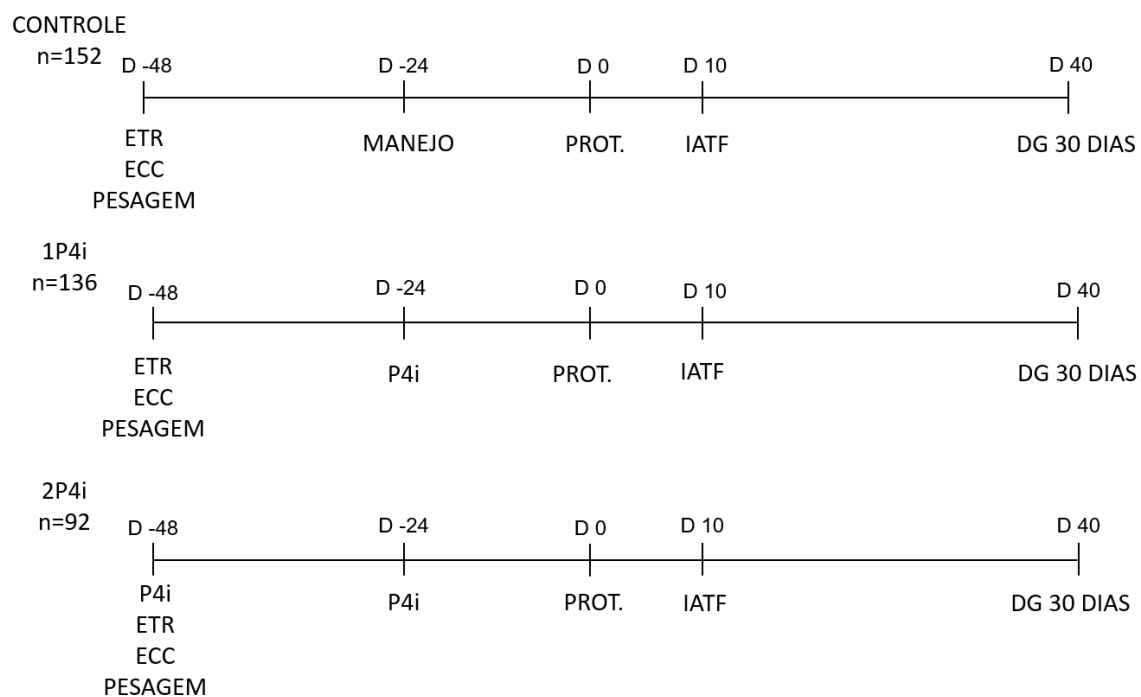


Figura 1: Delineamento do experimento 1. P4i: progesterona injetável; PROT: início do protocolo de IATF; IATF: inseminação artificial em tempo fixo; ETR: escore do trato reprodutivo; ECC: escore de condição corporal; DG 30 DIAS: diagnóstico de gestação aos 30 dias após IATF.

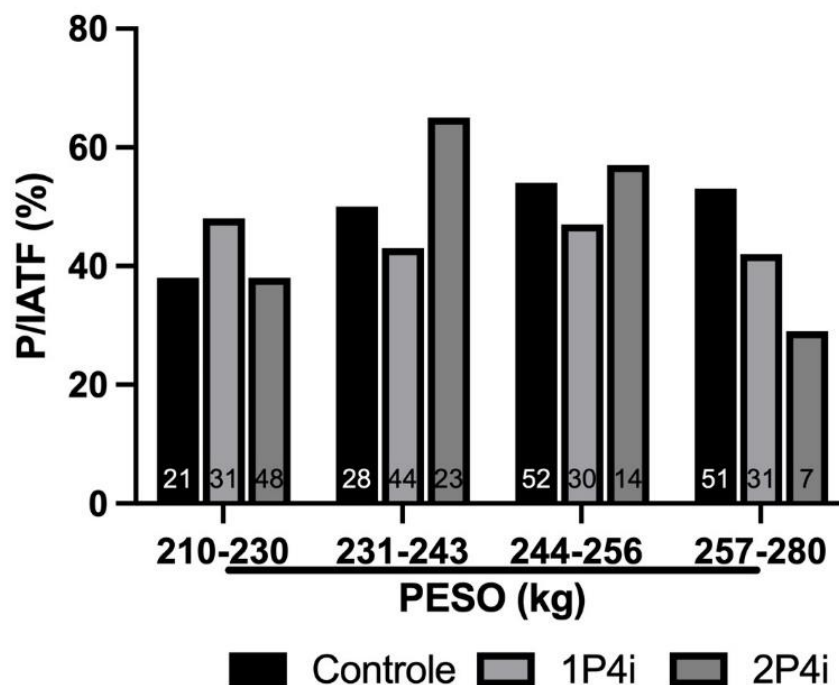


Figura 2: Taxa de prenhez por tratamento após IATF de acordo com o peso dos animais no D -48 (48 dias antes do início do protocolo de IATF). Novilhas com PV entre 210 e 280 kg foram selecionadas para o estudo. Controle (n=152): não recebeu P4i; 1P4i (n=136): uma aplicação de P4i de 175 mg (D -24); e 2P4i (n=92): duas aplicações de 175 mg de P4i (D -48 e D -24). D0 = início do protocolo de IATF.

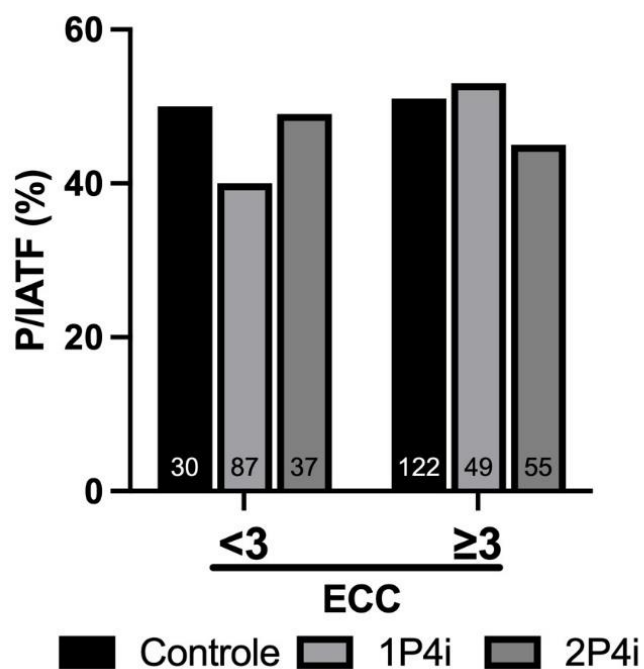


Figura 3: Taxa de prenhez por tratamento de acordo com o ECC dos animais no D -48 (48 dias antes do início do protocolo de IATF). Novilhas com PV entre 210 e 280 kg foram selecionadas para o estudo. Controle (n=152): não recebeu P4i; 1P4i (n=136): uma aplicação de P4i de 175 mg (D -24); e 2P4i (n=92): duas aplicações de 175 mg de P4i (D -48 e D -24). D0 = início do protocolo de IATF.

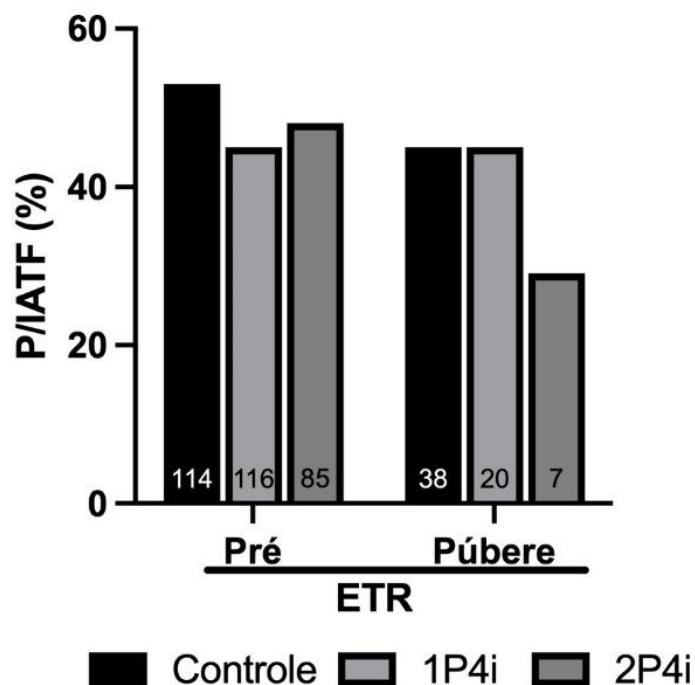


Figura 4: Taxa de prenhez por tratamento de acordo com o ETR no D -48 (48 dias antes do início do protocolo de IATF). Novilhas com PV entre 210 e 280 kg foram selecionadas para o estudo. Controle (n=152): não recebeu P4i; 1P4i (n=136): uma aplicação de P4i de 175 mg (D -24); e 2P4i (n=92): duas aplicações de 175 mg de P4i (D -48 e D -24). D0 = início do protocolo de IATF. Pré: novilhas com ETR 1 a 3; Púbere: novilhas com ETR 4 e 5.

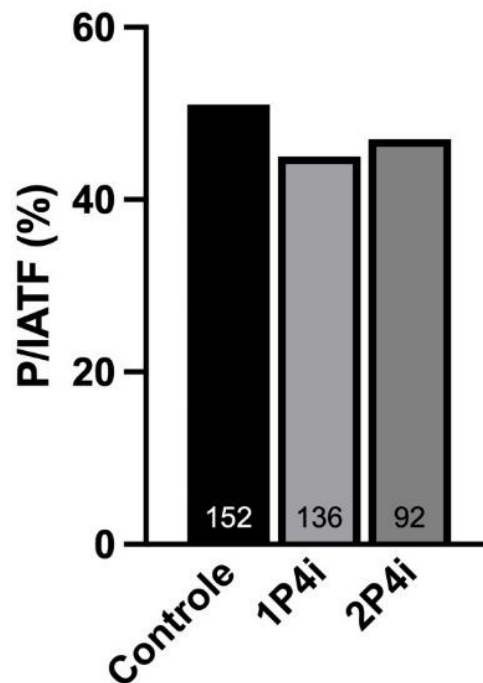


Figura 5: Taxa de prenhez 30 dias após IATF nos diferentes grupos experimentais. Controle (n=152): não recebeu P4i; 1P4i (n=136): uma aplicação de P4i de 175 mg (D -24); e 2P4i (n=92): duas aplicações de 175 mg de P4i (D -48 e D -24). D0 = início do protocolo de IATF.

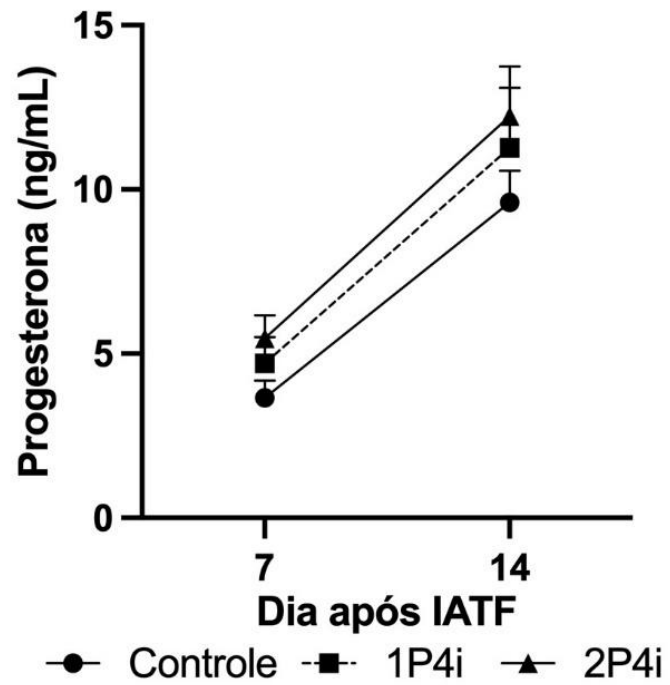


Figura 6: Concentração sérica de progesterona ao 7º e 14º do ciclo estral (D0= dia da IATF).

6 Considerações finais

A pecuária brasileira vem evoluindo constantemente nos últimos anos e cada vez mais intensificado terá que ser o ciclo produtivo para se tornar competitivo com outras atividades. Novilhas cada vez mais são trabalhadas precocemente durante a estação reprodutiva. Com isso, o planejamento nutricional em conjunto com adequada sanidade, possuem extrema relevância para que bons índices reprodutivos sejam alcançados.

No experimento 1 do presente estudo foi verificado que a indução à puberdade de novilhas Angus com 14 a 18 meses de idade, com um GMD de aproximadamente 1 kg a partir de 48 dias previamente a estação de monta, não apresentou efeito na taxa de prenhez 30 dias pós IATF. Acredita-se que a ausência de efeito tenha sido devida ao fato de que novilhas Angus apresentam precocidade sexual acentuada, e as mesmas apresentaram GMD adequado para o período. Além disso, o protocolo de IATF a base de P4, E2 e eCG pode ter contribuído para possibilitar uma taxa de prenhez satisfatória, mesmo no grupo controle. Contudo, o efeito positivo da exposição a P4 previamente ao protocolo de IATF está bem estabelecido e, além disso, é um hormônio de fácil acesso e de baixo custo, que em determinadas condições traz efeitos positivos, o que já foi provados em inúmeros estudos.

No experimento 2, com novilhas sintéticas da raça Brangus, não foi encontrado efeito da exposição à P4 previamente ao protocolo de IATF na taxa de ovulação e função lútea. Contudo, a taxa de prenhez e perdas gestacionais não foram avaliadas, devido ao reduzido “n” amostral. Estudos futuros serão realizados para avaliar o momento em que novilhas que tiveram a puberdade induzida atingem a puberdade, assim como estabelecer o intervalo ideal entre o protocolo de indução de puberdade e IATF. Além disso, pretende-se explorar a relação do GMD com a necessidade de indução de puberdade, a fim de gerar um indicador para facilitar a tomada de decisão para técnicos à campo.

Referências

ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil 2022**. 2022. 72p. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/wp-content/uploads/Beef-Report-2022_atualizado_jun2022.pdf> Acesso em: 20 fev. 2023.

AMSTALDEN, M.; GARCIA, M. R.; WILLIAMS, S. W.; STANKO, R. L.; NIZIELSKI, S. E.; MORRISON, C. D.; KEISLER, D. H.; WILLIAMS, G. L. Leptin gene expression, circulating leptin, and luteinizing hormone pulsatility are acutely responsive to short-term fasting in prepubertal heifers: Relationships to circulating insulin and insulin-like growth factor I(1). **Biology of Reproduction**, v. 63, n. 1, p. 127-133, 2000.

AMSTALDEN, M.; ZIEBA, D. A.; EDWARDS, J. F.; HARMS, P. G.; WELSH, T. H.; STANKO, R. L.; WILLIAMS, G. L. Leptin acts at the bovine adenohypophysis to enhance basal and gonadotropin-releasing hormone-mediated release of luteinizing hormone: Differential effects are dependent upon nutritional history. **Biology of Reproduction**, v. 69, n. 5, p. 1539-1544, 2003.

AMSTALDEN, M.; CARDOSO, R. C.; ALVES, B. R. C.; WILLIAMS, G. L. Hypothalamic neuropeptides and the nutritional programming of puberty in heifers **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 8, p. 3211-3222, 2014.

ANDERSON, K. J.; 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.

ATKINS, J. A.; POHLER, K. G.; SMITH, M. F. Physiology and endocrinology of puberty in heifers. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 3, p. 479-492, 2013.

AZEVEDO, D. M. M. R.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R. N. B.; LÔBO, R. B.; MOURA, A. A. A. N.; PIMENTA FILHO, E. C.; MALHADO, C. H. M. Produtividade acumulada (PAC) das matrizes em rebanhos Nelore do Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 54-59, 2005.

BARUSELLI, P. S; REIS, E. L; MARQUES, M. O; NASSER, L. F; BO, G. A. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. **Animal Reproduction Science**, v. 82-83, p. 479- 486, 2004a.

BARUSELLI, P. S; REIS, E. L; CARVALHO, N. A. T.; CARVALHO, J. B. P. eCG increase ovulation rate and plasma progesterone concentration in Nelore (*Bos indicus*) heifers treated with progesterone releasing device. In: **XVI International Congress on Animal Reproduction**, v. 1, p. 117, 2004b.

BERARDINELLI, J. G.; DAILEY, R. A.; BUTCHER, R. L.; INSKEEP, E. K. Source of progesterone prior to puberty in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 49, p. 1276–1280, 1979.

BÓ, G. A; CUTAIA, L; TRIBULO, R. Hormonal treatments for fixed-time artificial insemination: some experiments performed in Argentina. Second part (in Spanish). **Taurus**, v. 15, p. 17–32, 2002.

BRAUNER, C. C.; PIMENTEL, M. A.; PAPPEN, F. G.; FORSTES, K. M.; LEMES, J. S. Efeito do genótipo e peso pré-acasalamento sobre eficiência reprodutiva de novilhas de corte. 2008. In: XVI Congresso de Iniciação Científica, Pelotas. **Anais do XVI CIC**, Pelotas, 2008.

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.

CARATY, A.; DECOURT, C.; BRIANT, C.; BELTRAMO, M. Kisspeptins and the reproductive axis: Potential applications to manage reproduction in farm animals. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 43, n. 2, p. 95-102, 2012.

CARDOSO, D. & NOGUEIRA, G. P. Mecanismos neuroendócrinos envolvidos na puberdade de novilhas. **Arquivo de Ciências Veterinária Zoologia da Unipar**, v. 10, n. 1, p. 59-67, 2007.

CARDOSO, D. & NOGUEIRA, G. P. Mecanismos neuroendócrinos envolvidos na puberdade de novilhas. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia**, v. 74, n. 6, p. 903-911, 2010.

CARDOSO, R. C.; ALVES, B. R.; PREZOTTO, L. D.; THORSON, J. F.; TEDESCHI, L. O.; KEISLER, D. H.; AMSTALDEN, M.; WILLIAMS, G. L. Reciprocal changes in leptin and NPY during nutritional acceleration of puberty in heifers. **Journal of Endocrinology**, v. 223, p. 289-298, 2014a.

CARDOSO, R. C.; ALVES, B. R. C.; PREZOTTO, L. D.; THORSON, J. F.; TEDESCHI, L. O.; KEISLER, D. H.; PARK, C. S.; AMSTALDEN, M.; WILLIAMS, G. L. Use of a stair-step compensatory gain control of regimen to program the onset of puberty in beef heifers, **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 7, p. 2942-2949, 2014b.

CARDOSO, R. C.; ALVES, B. R. C.; WILLIAMS, G. L. Neuroendocrine signaling pathways and the nutritional control of puberty in heifers. **Animal Reproduction**, v. 15, p. 868–878, 2018.

CARDOSO, R. C.; WEST, S. M.; MAIA, T. S.; ALVES, B. R. C.; WILLIAMS, G. L. Nutritional control of puberty in the bovine female: prenatal and early postnatal regulation of the neuroendocrine system. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 73, p. 106-434, 2020.

CASTELLANO, J.; BENTSEN, A.; MIKKELSEN, J.; TENASEMPERE, M. Kisspeptins: bridging energy homeostasis and reproduction. **Brain Research**, v. 1364, p. 129–138, 2010.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do Agronegócio 2022**. 2023. 20p. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>> Acesso em: 18 jun. 2023.

CHILLIARD, Y.; DELAVAUD, C.; BONNET, M. Leptin expression in ruminants: nutritional and physiological regulations in relation with energy metabolism. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 29, p. 3–22, 2005.

CUSHMAN, R. A.; ALLAN, M. F.; KUEHN, L. A.; SNELLING, W. M.; CUPP, A. S.; FREETLY, H. C. Evaluation of antral follicle count and ovarian morphology in crossbred beef cows: investigation of influence of stage of the estrous cycle, age, and birth weight. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 1971–80, 2009.

CUSHMAN, R. A.; KILL, L. K.; FUNSTON, R. N.; MOUSEL, E. M.; PERRY, G. A. Heifer calving date positively influences calf weaning weights through six parturitions. **Journal of Animal Science**, v. 91, p. 4486-4491, 2013.

DAY, M. L.; IMAKAWA, K.; GARCIA-WINDER, M.; ZALESKY, D. D.; SCHANBACHER, B. D.; KITTOCK, R. J.; KINDER, J. E. Endocrine mechanisms of puberty in heifers: estradiol negative feedback regulation of luteinizing hormone secretion. **Biology of Reproduction**, v. 31, n. 2, p. 332-341, 1984.

DAY, M.; IMAKAWA, K.; WOLFE, P.; KITTOCK, R.; KINDER, J. Endocrine mechanisms of puberty in heifers. Role of hypothalamo-pituitary estradiol receptors in the negative feedback of estradiol on luteinizing hormone secretion. **Biology of Reproduction**, v. 37, p. 1054-1065, 1987.

DAY, M. L. & NOGUEIRA, G. P. Management of age at puberty in beef heifers to optimize efficiency of beef production. **Animal Frontiers**, v. 3, n. 4, p. 6-11, 2013.
DESJARDINS, C.; HAFS, H. D. Maturation of bovine female genitalia from birth through puberty. **Journal of Animal Science**, v. 7, p. 28-502, 1969.

DIAS, C. C.; WECHSLER, F. S.; DAY, M. L.; VASCONCELOS, J. L. M. Progesterone concentrations, exogenous equine chorionic gonadotropin, and timing of prostaglandin F(2alpha) treatment affect fertility in postpuberal Nelore heifers. **Theriogenology**, v. 72, n. 3, p. 378–385, 2009.

D'OCCHIO, M. J.; BARUSELLI, P. S.; CAMPANILE, G. Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review. **Theriogenology**, v. 125, p. 277-284, 2019.

ELER, J. P.; VANDER SILVA, J. A.; FERAZ, J. B.; DIAS, F.; OLIVEIRA, H. N.; EVANS, J. L.; GOLDEN, B. L. Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nelore heifers. **Journal of Animal Science**, v. 4, p. 80-951, 2002.

ELER, J. P.; SANTANA, M. L.; FERRAZ, J. B. S. Seleção para precocidade sexual e produtividade da fêmea em bovinos de corte. **Estudos**, v. 37, n. 9-10, p. 699-711, 2010.

EVANS, A. C.; ADAMS, G. P.; RAWLINGS, N. C. Endocrine and ovarian follicular changes leading up to the first ovulation in prepubertal heifers. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 100, n. 1, p. 187–194, 1994.

EVANS, A. C.; MOSSA, F.; FAIR, T.; LONERGAN, P.; BUTLER, S. T.; ZIELAK-STECIWKO, A. E.; SMITH, G. W.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; FOLGER, J. K.; IRELAND, J. L.; IRELAND, J. J. Causes and consequences of the variation in the number of ovarian follicles in cattle. **Society of Reproduction and Fertility supplement**, v. 67, p. 421–429, 2010.

FELISBINO NETO, Augusto Rodrigues. **Estratégias para otimizar o protocolo de IATF em novilhas Nelore (*Bos Indicus*)**. 2021. 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Reprodução Animal, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021. Disponível em: <
<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10131/tde-15102021-134250/en.php>>
Acesso em: 17 jan. 2023.

FINN, P. D.; CUNNINGHAM, M. J.; PAU, K. Y. F.; SPIES, H. G.; CLIFTON, D. K.; STEINER, R. A. The stimulatory effect of leptin on the neuroendocrine reproductive axis of the monkey. **Endocrinology**, v. 139, p. 4652-4662, 1998.

FORDE, N.; BELTMAN, M. E.; LONERGAN, P.; DISKIN, M.; ROCHE, J. F.; CROWE, M. A. Oestrous cycle in *Bos taurus* cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 124, n. 3-4, p. 163-169, 2011.

FOSTER, D. L. & RYAN, K. D. Endocrine mechanisms governing transition into adulthood: A marked decrease in inhibitory feedback action of estradiol on tonic secretion of luteinizing hormone in the lamb during puberty. **Endocrinology**, v. 105, p. 896-904, 1979.

FRANCO, G. L. Desafios da interação entre aspectos nutritivos e reprodutivos do gado de corte. In: Simpósio sobre Desafios e Novas Tecnologias na Bovinocultura de Corte, 2005. Brasília. **Anais I SIMBOI**, Brasília, 2005. p.35.

FRIES, L. A.; ALBUQUERQUE, L. G. Prenhez aos quatorze meses: Presente e future. Elementos do componente genético. In: XXXVI Reunião Annual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999, Porto Alegre. **Anais da XXXVI Reunião Annual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Porto Alegre, 1999. p.227-239.

GASSER, C. L.; BEHLKE, E. J.; GRUM, D. E.; DAY, M. L. Effect of timing of feeding a high-concentrate diet on growth and attainment of puberty in early-weaned heifers. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 3118-3122, 2006.

GAZAL, O. S.; LESHIN, L. S.; STANKO, R. L.; THOMAS, M. G.; KEISLER, D. H.; ANDERSON, L. L.; WILLIAMS, G. L. Gonadotropin releasing hormone secretion into third-ventricle cerebrospinal fluid of cattle: Correspondence with the tonic and surge

release of luteinizing hormone and its tonic inhibition by suckling and neuropeptide Y. **Biology of Reproduction**, v. 59, p. 676–683, 1998.

GOTTSCH, M. L.; CUNNINGHAM, M. J.; SMITH, J. T.; POPA, S. M.; ACOHIDO, B. V.; CROWLEY, W. F.; SEMINARA, S.; CLIFTON, D. K.; STEINER, R. A. A role for kisspeptins in the regulation of gonadotropin secretion in the mouse. **Endocrinology**, v. 145, p. 4073–4077, 2004.

GOTTSCH, M. L.; CLIFTON, D. K.; STEINER, R. A. From KISS1 to kisspeptins: An historical perspective and suggested nomenclature. **Peptides**, v. 30, n. 1, p. 4–9, 2009.

GUTIERREZ, K.; KASIMANICKAM, R.; TIBARY, A.; GAY, J. M.; KASTELIC, J. P.; HALL, J. B.; WHITTIER, W. D. Effect of reproductive tract scoring on reproductive efficiency in beef heifers bred by timed insemination and natural service versus only natural service. **Theriogenology**, v. 81, p. 918–924, 2014.

HALL, J. B.; STAIGMILLER, R. B.; SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A.; MACNEIL, M. D.; BELLOWS, S. E. Effect of age and pattern of gain on induction of puberty with a progestin in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 6, p. 1606–1611, 1997.

HASSANEEN, A.; NANIWA, Y.; SUETOMI, Y.; MATSUYAMA, S.; KIMURA, K.; IEDA, N.; INOUE, N.; UENOYAMA, Y.; TSUKAMURA, H.; MAEDA, K. I.; MATSUDA, F.; OHKURA, S. Immunohistochemical characterization of the arcuate kisspeptin/neurokinin B/dynorphin (KNDy) and preoptic kisspeptin neuronal populations in the hypothalamus during the estrous cycle in heifers. **The Journal of Reproduction and Development**, v. 62, n. 5, p. 471–477, 2016.

HOLM, D. E.; THOMPSON, P. N.; IRONS, P. C. The value of reproductive tract scoring as a predictor of fertility and production outcomes in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 1934–1940, 2009.

HOUSEKNECHT, K. L.; PORTOCARRERO, C. P. Leptin and its receptors: regulators of wholebody energy homeostasis. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 15, p. 457–475, 1998.

IMWALLE, D. B.; PATTERSON, D. J.; SCHILLO, K. K. Effects of melengestrol acetate on onset of puberty, follicular growth, and patterns of luteinizing hormone secretion in beef heifers. **Biology of Reproduction**, v. 58, p. 1432–1436, 1998.

JAINUDEEN, M. R. & HAFEZ, E. S. E. Bovinos e Bubalinos. In: HAFEZ, E. S. E. & HAFEZ, B. **Reprodução Animal**. 4ed. Barueri: Manole, 2004.

JAUME, C. M. & MORAES, C. F. Importância da condição corporal na eficiência reprodutiva do rebanho de cria. **EMBRAPA RS**, 1ed., p. 7–14, 2002.

JÚNIOR, I. C.; FILHO, O. G. S.; PERES, R. F. G.; AONO, F. H. S.; DAY, M. L.; VASCONCELOS, J. L. M. Reproductive performance of prepubertal *Bos indicus* heifers after progesteronebased treatments. **Theriogenology**, v. 74, p. 903–911, 2010.

KASIMANICKAM, R. K.; WHITTIER, W. D.; HALL, J. B.; KASTELIC, J. P. Estrous synchronization strategies to optimize beef heifer reproductive performance after reproductive tract scoring. **Theriogenology**, v. 86, p. 831-838, 2016.

KASIMANICKAM, R. K.; KASIMANICKAM, V. R.; OLDHAM, J.; WHITMORE, M. Cyclicity, estrus expression and pregnancy rates in beef heifers with different reproductive tract scores following progesterone supplementation. **Theriogenology**, v. 145, p. 39-47, 2020.

KOTANI, M.; DETHEUX, M.; VANDENBOGAERDE, A.; COMMUNI, D.; VANDERWINDEN, J. M.; LE POUL, E.; BRÉZILLON, S.; TYLDESLEY, R.; SUAREZ-HUERTA, N.; VANDEPUT, F.; BLANPAIN, C.; SCHIFFMANN, S. N.; VASSART, G.; PARMENTIER, S. The metastasis suppressor gene KiSS-1 encodes kisspeptins, the natural ligands of the orphan G protein-coupled receptor GPR54. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 276, p. 34631– 34636, 2001.

LANSING, E.; FAJERSSON, P.; BARRADAS, H. V.; ROMAN-PONCE, H.; COOK, R. M. The effects of dietary protein on age and weight at the onset of puberty in Brown Swiss and Zebu heifers in the tropics. **Theriogenology**, v. 35, n. 4, p. 845-855, 1991.

LIMA, R. S.; MARTINS, T.; LEMES, K. M.; BINELLI, M.; MADUREIRA, E. H. Effect of a puberty induction protocol based on injectable long-acting progesterone on pregnancy success of beef heifers serviced by TAI. **Theriogenology**, v. 154, p. 128-134, 2020.

MADUREIRA, G.; CONSENTINI, C. E. C.; MOTTA, J. C. L.; DRUM, J. N.; PRATA, A. B.; MONTEIRO, P. L. J.; MELO, L. F.; GONÇALVES, J. R. S.; WILTBANK, M. C.; SARTORI, R. Progesterone-based timed AI protocols for *Bos indicus* cattle II: reproductive outcomes of either EB or GnRH-type protocol, using or not GnRH at AI. **Theriogenology**, v. 145, p. 86-93, 2020.

MALHADO, C. H. M.; MALHADO, A. C. M.; MARTINS FILHO, R.; CARNEIRO, P. L. S.; PALA, A.; ADRIÁN, C. J. Age at first calving of Nellore cattle in semi-arid region of northeastern Brazil using linear, threshold, censored and penalty models. **Livestock Science**, v. 154, n. 1-3, p. 28-33, 2013.

MARSON, E. P.; GUIMARAES, J. D.; MIRANDA NETO, T. Puberty and sexual maturity in beef heifers. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 28, n. 1, p. 3-12, 2004.

MARTIN, L. C.; BRINKS, J. S.; BOURDON, R. M.; CUNDIFF, L. V. Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 4006–4017, 1992.

MARTINS, T.; SILVA, F. A. C. C.; SORIANO, G. A.; PINTO, L. M. F.; ROCHA, C. C.; GONELLA-DIAZA, A. M.; DILORENZO, N.; ERA, O.; BINELLI, M. Puberty attainment and reproductive performance of yearling *Bos indicus*-influenced heifers after two sequential treatments with progesterone. **Animal Reproduction Science**, v. 231, p. 106803, 2021.

MCDONALD, L. E. **Veterinary endocrinology and reproduction**. 4Ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 2003. p. 597.

MOSSA, F.; WALSH, S. W.; BUTLER, S. T.; BERRY, D. P.; CARTER, F.; LONERGAN, P.; SMITH, G. W.; IRELAND, J. J.; EVANS, A. C. Low numbers of ovarian follicles ≥ 3 mm in diameter are associated with low fertility in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 5, p. 2355–2361, 2012.

NELSON, T. C.; SHORT, R. E.; PHELPS, D. A. Nonpuberal estrus and mature cow influences on growth and puberty in heifers. **Journal of Animal Science**, v. 61, n. 5, p. 470–473, 1985.

NOGUEIRA, G. P. Puberty in South American *Bos indicus* (Zebu) cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 72, n. 361, p. 82-83, 2004.

OHTAKI, T.; SHINTANI, Y.; HONDA, S.; MATSUMOTO, H.; HORI, A.; KANEHASHI, K.; TERAOKA, Y.; KUMANO, S.; TAKATSU, Y.; MASUDA, Y.; ISHIBASHI, Y.; WATANABE, T.; ASADA, M.; YAMADA, T.; SUENAGA, M.; KITADA, C.; USUKI, S.; KUROKAWA, T.; ONDA, H.; NISHIMURA, O.; FUJINO, M. Metastasis suppressor gene KiSS-1 encodes peptide ligand of a G-protein-coupled receptor. **Nature**, v. 411, p. 613–617, 2001.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 11, p. 3138-3150, 1993.

PATTERSON, D. J.; PERRY, R. C.; KIRACOFFE, G. H.; BELLOWES, R. A.; STAIGMILLER, R. B.; CORAH, L. R. Management considerations in heifer development and puberty. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 4018-4035, 1992.

PATTERSON, D. J.; WOOD, S. L.; RANDLE, R. F. Procedures that support reproductive management of replacement beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1-15, 2000.

PATTERSON, D. J.; THOMAS, J. M.; MARTIN, N. T.; NASH, J. M.; SMITH, M. F. Control of estrus and ovulation in beef heifers. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 29, p. 591-617, 2013.

PERES, R. F.; CLARO, I.; SÁ FILHO, O. G.; NOGUEIRA, G. P.; VASCONCELOS, J. L. Strategies to improve fertility in *Bos indicus* post pubertal heifers and nonlactating cows submitted to fixed time artificial insemination. **Theriogenology**, v. 72, p. 681–689, 2009.

PUGLIESI, G.; OLIVERIA, M. L.; SCOLARI, S. C.; LOPES, E.; PINAFFI, F. V.; MIAGAWA, B. T.; PAIVA, Y. N.; MAIO, J. R.; NOGUEIRA, G. P.; BINELLI, M. Corpus luteum development and function after supplementation of longacting progesterone during the early luteal phase in beef cattle. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 49, p. 85-91, 2014.

REGGIORI, Meriellen Rouldino. **Precocidade sexual, eficiência reprodutiva e desempenho produtivo de matrizes jovens nelores e cruzadas**. 2014. 38f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2014. Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFMS_33380b45fc1bc064ed5a560b64538950> Acesso em: 03 jan. 2023.

RESTLE, J.; POLLI, V. A.; SENNA, D. B. Efeito de grupo genético e heterose sobre a idade e peso a puberdade e sobre o desempenho reprodutivo de novilhas de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 701-707, 1999.

RICHARD, N.; CORVAISER, S.; CAMACHO, E.; KOTTLER, M. L. KISS-1 and GPR54 at the pituitary level: Overview and recente insight. **Peptides**, v. 30, n. 1, p. 123-129, 2009.

ROBERTS, A. J.; GEARY, T. W.; GRINGS, E. E.; WATERMAN, R. C.; MACNEIL, M. D. Reproductive performance of heifers offered ad libitum or restricted access to feed for a one hundred forty-day period after weaning. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 10, p. 2740, 2007.

ROBERTS, A. J.; GEARY, T. W.; GRINGS, E. E.; WATERMAN, R. C.; MACNEIL, M. D. Reproductive performance of heifers offered ad libitum or restricted access to feed for a 140-d period after weaning. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 3043–3052, 2009.

ROBERTS, A. J.; KETCHUM, J. N.; FUNSTON, R. N. Developmental and reproductive characteristics of beef heifers classified by number of estrous cycles experienced by start of first breeding. **Translational Animal Science**, v. 3, n. 1, p. 541–548, 2018.

RODRIGUES, A. D.; PERES, R. F.G.; LEMES, A. P.; MARTINS, T.; PEREIRA, M. H.; DAY, M. L.; VASCONCELOS, J. L. Progesterone-based strategies to induce ovulation in prepubertal Nelore heifers. **Theriogenology**, v. 79, p. 135–141, 2013.

RUTTER, L. M. & RANDEL, R. D. Nonpuberal estrus in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 1049–1053, 1986.

SÁ FILHO, M. F.; NASSER, L. F. T.; PENTEADO, L.; PRESTES, R.; MARQUES, M. O.; FREITAS, B. G.; MONTEIRO, B. M.; FERREIRA, R. M.; GIMENES, L. U.; BARUSELLI, P. S. Impact of progesterone and estradiol treatment before the onset of the breeding period on reproductive performance of *Bos indicus* beef heifers. **Animal Reproduction Science**, v. 160, p. 30-39, 2015.

SEMMELMANN, C. E. N.; LOBATO, J. F. P.; ROCHA, M. G. Efeito de sistemas de alimentação no ganho de peso e desempenho reprodutivo de novilhas Nelore acasaladas aos 17-18 meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 835-843, 2001.

SHORT, R. E. & BELLOWS, R. A. Relationships among weight gain, age at puberty and reproductive performance in heifers. **Journal of Animal Science**, v. 32, p. 127, 1971.

SIMÕES, L. M. S.; ORLANDI, R. E.; MASSONETO, J. P. M.; SCANDIUZZI, J. R. L. A.; FREITAS, B. G.; BASTOS, M. R.; SOUZA, J. C.; SALES, J. N. S. Exposure to progesterone previous to the protocol of ovulation synchronization increases the follicular diameter and the fertility of suckled *Bos indicus* cows. **Theriogenology**, v. 116, p. 28-33, 2018.

SIZONENKO, P. C. & AUBERT, M. L. Neuroendocrine changes characteristic of sexual maturation. **Journal of Neural Transmission**, v. 21, p. 159-81, 1986.

SKINNER, D. C.; CARATY, A.; ALLINGHAM, R. Unmasking the progesterone receptor in the preoptic area and hypothalamus of the ewe: no colocalization with gonadotropin-releasing neurons. **Endocrinology**, v. 142, p. 573-579, 2001.

SMITH, J. T.; LI, Q.; YAP, K. S.; SHAHAB, M.; ROSEWEIR, A. K.; MILLAR, R. P.; CLARK I. J. Kisspeptin is essential for the full preovulatory LH surge and stimulates GnRH release from the isolated ovine median eminence. **Endocrinology**, v. 152, n. 3, p. 1001-1002, 2011.

SMITH, J. T. The role of kisspeptin and gonadotropin inhibitory hormone in the seasonal regulation of reproduction in sheep. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 43, p. 75–84, 2012.

SPICER, L. J. Leptin: a possible metabolic signal affecting reproduction. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 21, n. 4, p. 251-270, 2001.

THOMAS, J. M.; LOCKE, J. W. C.; BISHOP, B. E.; ABEL, J. M.; ELLERSIECK, M. R.; YELICH, J. V.; POOCK, S. E.; SMITH, M. F.; PATTERSON, D. J. Evaluation of the 14-d CIDR-PG and 9-d CIDR-PG protocols for synchronization of estrus in *Bos indicus*-influenced and *Bos taurus* beef heifers. **Theriogenology**, v. 92, p. 190-196, 2017.

UENOYAMA, Y.; PHENG, V.; TSUKAMURA, H.; MAEDA, K. The role of kisspeptin revisited: inside and outside the hypothalamus. **Journal of Reproduction and Development**, v. 62, n. 6, p. 537-545, 2016.

VAICIUNAS, A.; COUTINHO, L. L.; MEIRELLES, F. V.; PIRES, A. V.; SILVA, L. F. P. Leptin and hypothalamic gene expression in early and late maturing *Bos indicus* Nelore heifers. **Genetic and Molecular Biology**, v. 31, n. 3, p. 657-664, 2008.

WHITLOCK, B. K.; DANIEL, J. A.; WILBORN, R. R.; STEELE, B. P.; SARTIN, J. L. Heifer estrous cycle stage impacts luteinizing and growth hormone response to kisspeptin. **Trace**, 2011.

WILTBANK, J. N.; KASSON, C. W.; INGALLS, J. E. Puberty in crossbred and straightbred beef heifers on two levels of feed. **Journal of Animal Science**, v. 29, p.602-605, 1969.

WOOD-FOLLIS, S. L.; KOJIMA, F. N.; LUCY, M. C.; SMITH, M. F.; PATERSON, D. J. Estrus synchronization in beef heifers with progestin-based protocols. I. Differences in response based on pubertal status at the initiation of treatment. **Theriogenology**, v. 62, p. 1518-1528, 2004.

YELICH, J. V.; WETTEMANN, R. P., MARSON, T. T.; SPICER, L. J. Luteinizing hormone, growth hormone, inulin-like growth factor-I, insulin and metabolites before puberty in heifers fed to gain at two rates. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 13, n. 4, p. 325-338, 1996.

Anexos

Anexo - Documento da Comissão de Ética e Experimentação Animal



PARECER Nº
PROCESSO Nº

160/2020/CEEA/REITORIA
23110.031587/2020-17

Certificado

Certificamos que a proposta intitulada “**Alternativas para o controle do ciclo estral de bovinos e ovinos.**”, registrada com o nº 23110.031587/2020-17, sob a responsabilidade de **Rafael Gianella Mondadori** - que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e recebeu parecer **FAVORÁVEL** a sua execução pela Comissão de Ética em Experimentação Animal, em reunião de **08 de dezembro de 2020**.

Finalidade	(x) Pesquisa () Ensino
Vigência da autorização	01/01/2021 a 30/12/2025
Espécie/linhagem/raça	<i>Ovis aries</i> – raças comerciais e cruzas <i>Bos taurus</i> – raças comerciais e cruzas
Nº de animais	486 ovinos 688 bovinos
Idade	ovinos - 12 a 60 meses bovinos - 12 a 96 meses
Sexo	ovinos - 26 machos e 460 fêmeas bovinos - 688 fêmeas
Origem	Centro Agropecuário da Palma - UFPel

Propriedades particulares

Código para cadastro nº CEEA 31587-2020

M.V. Dra. Anelize de Oliveira Campello Felix

Presidente da CEEA



Documento assinado eletronicamente por **ANELIZE DE OLIVEIRA CAMPELLO FELIX, Médico Veterinário**, em 16/12/2020, às 15:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufpel.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1158071** e o código CRC **F7CD04A5**.

Referência: Processo nº 23110.031587/2020-17

SEI nº 1158071