

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ALTERNATIVAS DE SELEÇÃO DE FÊMEAS NELORE
PRECOSES E SEU IMPACTO NO MELHORAMENTO
GENÉTICO

Acadêmico: Geancarlos Carraro da Silva

Aquidauana - MS
Outubro / 2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ALTERNATIVAS DE SELEÇÃO DE FÊMEAS NELORE
PRECOCES E SEU IMPACTO NO MELHORAMENTO
GENÉTICO

Acadêmico: Geancarlos Carraro da Silva
Orientadora: Fabiana de Andrade Melo Sterza

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.”

Aquidauana - MS
Outubro / 2020

S58a Silva, Geancarlos Carraro

Alternativas de seleção de fêmeas nelore precoces e seu impacto no melhoramento genético/ Geancarlos Carraro Silva – Aquidauana, MS: UEMS, 2022.

54f.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2022.

Orientadora: Prof. Dr^a Fabiana de Andrade Melo Sterza.

1.Precocidade; 2. Reprodução; 3. Genética; 4. Novilhas;
5. Prenhez. I. Silva, Geancarlos Carraro. II. Título CDD 23.ed. -
636.089

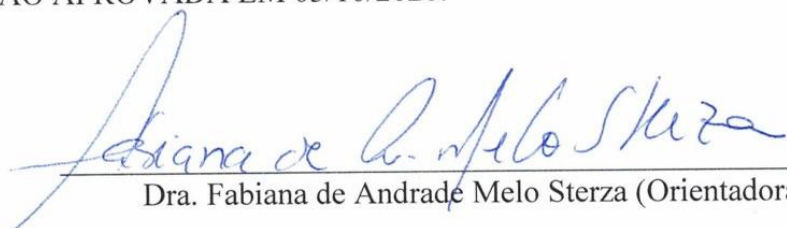
i

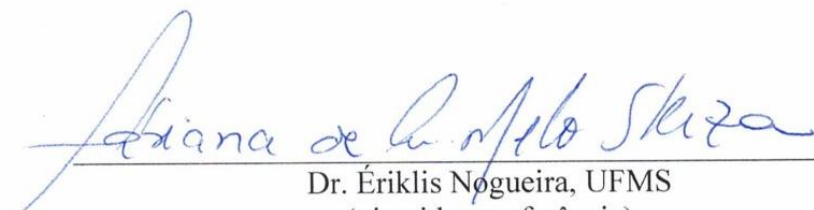
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL**

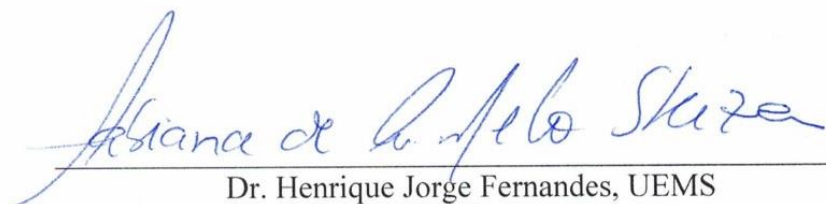
GEANCARLOS CARRARO DA SILVA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 03/10/2020.


Dra. Fabiana de Andrade Melo Sterza (Orientadora)


Dr. Ériklis Nogueira, UFMS
(via videoconferência)


Dr. Henrique Jorge Fernandes, UEMS
(via videoconferência)

“O que pensamos ou no que acreditamos não tem importância.
A única coisa relevante é o que fazemos.”
John Ruskin

Dedico este trabalho, aos meus pais e a minha avó Fiorinda, por estarem presentes e me apoiarem em minhas tomadas de decisões. À minha orientadora por acreditar no meu potencial como profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que sempre foi minha energia para seguir em frente.

Aos meus pais, pelo apoio e as palavras de incentivo durante toda a minha vida.

Ao meu mano Evandro Carraro da Silva, que apesar de sua carapaça rígida, possui um coração enorme. E mesmo com as brigas, me ensinou o verdadeiro significado do que é ter um irmão.

Aos meus familiares, que apesar da distância sempre me deram conselhos e se tornaram presente durante toda a minha jornada.

A todos os professores, que dedicaram seu tempo para acrescentar conhecimento nesta fase que se encerra. Em especial a minha orientadora Fabiana de Andrade Melo Sterza, que desde o princípio acreditou que era possível me tornar Mestre.

Aos meus amigos e colegas, que estiveram presentes em momentos de confraternizações tornando-as mais animadas. E em especial aos que se fizeram presentes nos momentos difíceis.

A Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

Aos proprietários das fazendas: São Judas Tadeu, Arizona, Primavera e Canaã. Por acreditarem na pesquisa e abrirem as portas para que o experimento pudesse ser executado.

SUMÁRIO

1 CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1.1 Introdução	1
1.2 Foliculogênese e oogênese	2
1.3 Ciclo estral	4
1.4 Puberdade em bovinos	7
1.5 Métodos de indução da puberdade de novilhas	8
1.5.1 Tratamento hormonal.....	9
1.5.2 Bioestimulação.....	10
1.5.3 Nutrição	11
1.6 Melhoramento genético para precocidade sexual	12
1.7 Contagem folicular antral.....	14
1.8 Referências bibliográficas	16
2.1. Introdução.....	30
2.2. Material e métodos	31
2.2.1. Localização e animais	32
2.2.2. Caracterização das propriedades e sistema de manejo.....	32
2.2.3. Ultrassonografia dos ovários e contagem de folículos antrais (CFA).....	34
2.2.4. Análise estatística.....	35
2.3. Resultados	35
2.4. Discussão	36
2.5. Conclusões.....	39
2.6. Referências bibliográficas.....	40

Resumo

O êxito econômico da pecuária está intimamente ligado com a diminuição da idade a puberdade, juntamente com a pressão de seleção dos rebanhos. Determinar uma idade ou peso para iniciar a vida reprodutiva é um manejo fácil, apesar de não ser o mais lucrativo, pois envolve uma série de eventos como: nutrição, idade e genética que influenciam a puberdade, principalmente os reguladores da maturação do eixo hipotalâmico e hipofisário ovariano. Programas de melhoramento genético vem expondo todas as novilhas do rebanho com idade entre 11 e 20 meses a reprodução, durante a estação de monta. No fim as fêmeas são submetidas a exame para diagnóstico de gestação, onde as prenhes são consideradas precoces e as demais convencionais. Esse método é facilmente exequível e eficiente, no entanto, a identificação da precocidade antes da estação de monta seria mais econômica e otimizaria o trabalho na fazenda. Características que identifiquem a precocidade sexual das fêmeas não têm sido utilizadas como critério de seleção nos programas de melhoramento. Desta forma, esse estudo vem sendo desenvolvido para encontrar índices que sejam de fácil interpretação, tais como a contagem de folículos antrais e morfologia ovariana, bem como características do desenvolvimento da carcaça.

Palavras-chaves: Precocidade; reprodução; genética; novilhas; prenhez.

Abstract

The economic success of livestock is closely linked to the decrease in age to puberty, together with the pressure of selection of herds. Determining an age or weight to start reproductive life is an easy management, although it is not the most profitable, as it involves a series of events such as: nutrition, age and genetics that influence puberty, especially the regulators of the hypothalamic axis maturation and ovarian pituitary gland. Breeding programs have been exposing all heifers in the herd aged between 11 and 20 months to breeding during the breeding season. In the end, the females are submitted to an examination for pregnancy diagnosis, where the pregnant women are considered precocious and the other conventional ones. This method is easily feasible and efficient, however the identification of precocity before the breeding season would be more economical and would optimize the work on the farm. Characteristics that identify female sexual precocity have not been used as a selection criterion in breeding programs. Thus, this study has been developed to find indices that are easy to measure and interpret, such as antral follicle count and ovarian morphology, as well as characteristics of the carcass development.

Keywords: Precocity; reproduction; genetics; heifers; pregnanc

1 CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 Introdução

O gado zebuino do Brasil apesar de importantes avanços, ainda busca superar gargalos que melhorem índices zootécnicos como: crescimento lento, idade à puberdade, idade ao abate e qualidade de carne inferior quando comparado com taurinos. Com isso, se torna necessária a utilização de ferramentas que ajudem a melhorar os índices produtivos e que ao mesmo tempo sejam de fácil entendimento e utilização (ANDRADE, 2015).

O êxito econômico da pecuária está intimamente ligado com a diminuição da idade a puberdade, ou seja, com a eficiência reprodutiva (BALDI et al., 2008). Em geral, novilhas zebuínas têm alcançado a puberdade entre 22 e 36 meses de idade, o que reflete diretamente na idade ao primeiro parto (IPP), que varia de 34 a 35 meses nos rebanhos brasileiros (BOLIGON et al., 2007; ELER, JÚNIOR e FERRAZ, 2010; AZEVEDO et al., 2006; DIAS et al., 2004). O baixo resultado econômico das fazendas em grande maioria está relacionado à elevada idade das fêmeas na expressão do primeiro cio fértil, juntamente com a menor pressão de seleção quando comparada com rebanhos taurinos (ALMEIDA e PINHO, 2013; AZEVEDO et al., 2006; SILVEIRA et al., 2004; MATOS, 2013).

A seleção genética promove melhoria de forma gradual e duradoura, quando comparado com alterações de manejo, em decorrência da alteração de frequência gênica do plantel (LAUREANO et al., 2011; AZEVEDO et al., 2006). Em busca de indicadores de precocidade sexual, os programas de melhoramento genético vêm utilizando a idade à puberdade como um critério confiável (MARSON et al., 2005).

Determinar uma idade ou peso para iniciar a vida reprodutiva é um manejo fácil, apesar de não ser o mais lucrativo (DIAS et al., 2004), pois existe um processo complexo envolvendo uma série de eventos como: nutrição, idade

e genética que influenciam a puberdade, principalmente como reguladores da maturação do eixo hipotalâmico e hipofisário ovariano (PERRY, 2016).

Uma dificuldade bastante encontrada quando se opta por utilizar IPP como característica de seleção refere-se à idade em que a novilha é exposta ao touro ou a inseminação, já que na maioria das vezes utiliza-se estação de monta restrita, o que pode impedir a detecção dos animais precoces (KLUSKA, 2017).

Diante disso, programas de melhoramento genético vem desenvolvendo programas que consistem em expor todas as novilhas do rebanho com idade entre 11 e 20 meses ao touro ou inseminação, durante a estação de monta. Ao término da estação de monta as mesmas são submetidas a exame para diagnóstico de gestação, onde as prenhes são consideradas precoces e as demais convencionais (VOZZI, 2008). Atualmente esse é o método mais facilmente exequível e eficiente, no entanto a identificação da precocidade antes da estação de monta seria mais econômica e otimizaria o trabalho na fazenda. Características que identifiquem a precocidade sexual das fêmeas não têm sido utilizadas como critério de seleção nos programas de melhoramento. Possivelmente, pela maior dificuldade de mensuração e interpretação destas características (ALBUQUERQUE e BALDI, 2011).

Estudos vêm sendo desenvolvidos para encontrar índices que sejam de fácil mensuração e interpretação, tais como dosagem hormonal, avaliação do desenvolvimento corporal, teste genômicos e como proposto nesse estudo a contagem de folículos antrais e morfologia ovariana, bem como características do desenvolvimento da carcaça.

1.2 Foliculogênese e oogênese

A foliculogênese caracteriza-se pelo desenvolvimento do folículo primordial que resulta em um folículo maduro ou pré-ovulatório, e concluindo com a ovulação do mesmo. A oogênese abrange o desenvolvimento e a diferenciação das células germinativas primordiais em oócitos (haplóides) e finaliza com a fecundação (VAN DEN HURK et al., 1997).

O folículo é composto por células da granulosa e da teca as quais circundam um oócito, tal estrutura apresenta função endócrina e exócrina, sendo assim considerada a unidade morfofuncional do ovário (VAN DEN HURK et al., 1997). O ovário possui inúmeros folículos, os quais se encontram em diferentes fases e culminam com ovulação ou atresia. Cerca de 99,9% dos folículos entram em atresia (CARROLL et al., 1990; FIGUEIREDO et al., 1997). Este evento fisiológico é induzido principalmente durante a fase de dominância folicular e acomete folículos de todos os tamanhos (HSUEH, BILLING e TSAFRIRI, 1994).

Segundo Lima-Verde, Rosseto e Figueiredo (2011), nos bovinos os processos de foliculogênese e oogênese iniciam-se durante o período fetal, desse modo a formação de folículos primordiais ocorre durante este período (FORTUNE, 2002). Já ao nascer a fêmea apresenta um número determinado de folículos primordiais nas suas gônadas.

Os folículos diferenciam-se ao longo de seu desenvolvimento de pré-antrais (folículos primordiais, primários e secundários) para antrais (folículos terciários e pré-ovulatórios). A diferenciação entre os folículos primordiais e primários é verificada pela morfologia da única camada de células que circundam o oócito. Os primordiais apresentam células achatadas e os primários apresentam células com aspecto cuboide. Os oócitos primários permanecem em desenvolvimento e paralelamente ocorre a divisão das células foliculares que o circundam, formando um epitélio estratificado (FIGUEIREDO et al., 1997; LUCCI et al., 2001). Os folículos secundários são formados pelas células da granulosa, separadas do oócito pela zona pelúcida e a iniciação da formação das células tecais (FIGUEIREDO et al., 1997; VAN DER HURK et al., 1997).

Os folículos antrais são caracterizados pela presença de uma cavidade preenchida por líquido entre as células da granulosa, denominada antro folicular. Nesta etapa ocorre a formação do *cumulus oophorus*, da corona radiata, e intensa divisão do estroma e células tecais. Ao fim do desenvolvimento folicular, o folículo é então chamado de folículo de Graaf ou

pré-ovulatório, é nessa fase que o oócito finaliza a primeira divisão meiótica, estando pronto para a ovulação (FIGUEIREDO et al., 1997).

A oogênese, como já citado, se inicia na fase de embrião, quando as células germinativas primordiais, que estão na parede do saco vitelínico, migram para as gônadas em desenvolvimento, as quais passam por intensa proliferação celular transformando-se em oogônias (SADEU et al., 2006). Parte das oogônias permanecem se dividindo por mitose para conservar a linhagem germinativa, e a outra parte inicia uma divisão meiótica que tem como finalidade a formação dos oócitos primários (HIRSHFIELD, 1991).

No decorrer da oogênese acontecem duas paradas na divisão meiótica. A primeira acontece no estágio de prófase I (PI), no qual o oócito primário permanece até o estágio pré-ovulatório. Com os estímulos hormonais do hormônio folículo estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH) a meiose é retomada. Esses estímulos acontecem na puberdade ou a cada ciclo estral quando o folículo ativado alcança a fase pré-ovulatória. Após o estímulo, o oócito passa pelas fases de metáfase I, anáfase I e telófase I, ocasionando a liberação do primeiro corpúsculo polar. A partir de então se inicia a segunda fase da meiose e o oócito passa a ser secundário (BUCCIONE, SCHROEDER e EPPIG, 1990). Na metáfase II acontece outra interrupção da meiose, a qual permanece até que haja a ovulação seguida de fecundação. Nessa fase o oócito é considerado maduro. Quando há fecundação, o oócito retoma a meiose e a extrusão do segundo corpúsculo polar marca o final da oogênese (BETTERIDGE et al., 1989; BUCCIONE, SCHROEDER e EPPIG, 1990).

1.3 Ciclo estral

As fêmeas bovinas são caracterizadas como poliéstricas não estacionais, ou seja, apresentam ciclicidade várias vezes ao longo do ano, com um ciclo estral que varia entre 18 e 24 dias. A duração do estro é de 12 e 18 horas, com ovulação aproximadamente 30 horas após o início do estro (GAVERICK e SMITH, 1993). Embora as características do ciclo estral sejam semelhantes entre a maioria das raças, diferenças importantes foram relatadas entre *Bos taurus* e *Bos indicus* (GALINA, ORICHUELA e DUCHATEAU, 1987; INSKEP, DAILEY e RHODES III, 1982).

Especificamente, as fêmeas *Bos indicus* têm uma duração mais curta do estro, menor intervalo entre o início do estro e a ovulação, menor concentração do LH em seu pico pré-ovulatório, os corpos lúteos são menores e as concentrações lúteas de progesterona (P₄) mais baixas do que as fêmeas *Bos taurus* (revisado por GAVERICK e SMITH, 1993).

O ciclo estral é regulado por hormônios secretados pelo hipotálamo e hipófise, ovário e útero. Durante o ciclo estral ocorrem alterações nas concentrações hormonais, assim como na morfologia ovariana (folículos e corpo lúteo), genitália tubular (ovidutos, cornos uterinos, colo do útero, cérvix e vagina), e vulva (GAVERICK e SMITH, 1993; RATHBONE et al, 2001). Durante o ciclo estral a regulação destes hormônios é dada através de várias interações hormonais, tal mecanismo recebe o nome de “feedback” (MOREIRA, 2002).

O ciclo estral pode ser dividido em quatro fases de acordo com as alterações comportamentais e dos ovários, sendo elas: **Estro** – referido como cio, o qual é marcado pela aceitação da monta. A ovulação ocorre com frequência logo após o fim deste estágio; **Metaestro** – início do desenvolvimento do corpo lúteo (CL). Imediatamente após a ovulação; **Diestro** – inicia 4 dias após a ovulação e termina com a regressão do CL, período de atividade do CL; e **Proestro** – inicia com a regressão do CL e termina no início do estro. Estágio marcado pelo desenvolvimento folicular rápido (REECE, 2017).

O desenvolvimento folicular em bovinos acontece por um padrão cognominado de ondas de crescimento folicular (GINTHER et al., 1989; ADAMS et al., 1992; BO et al., 1994), podendo ocorrer em um ciclo estral de duas a três emergências de ondas de crescimento folicular (BINELLI, 2000). Figueiredo et al. (1997) ao avaliarem animais da raça Nelore observaram que em um ciclo estral de vacas ocorrem predominantemente duas ondas e de novilhas três ondas de crescimento folicular.

Alvarez et al. (2000) ao compararem vacas pluríparas em lactação entre as raças Angus, Brahman e Senepol, durante um ciclo estral completo no verão, encontraram duas ondas foliculares para a maioria das vacas Angus e

Brahman (72,7% e 55,6%, respectivamente) e três ondas para 70% das vacas Senepol.

Entre os dias 1 e 3 após o estro ocorre a emergência de uma onda folicular, na qual emergem de 10 a 50 folículos de tamanho entre 2 e 3 mm cada. Nos próximos dias alguns desses folículos irão continuar o crescimento atingindo entre 4 e 6 mm, e apenas de 2 a 5 folículos darão continuidade ao crescimento, enquanto os demais regridem. Esse fenômeno é nomeado como divergência folicular e é dividido em três fases, sendo elas: fase de crescimento, estática e de regressão. Por fim, na fase de dominância, pelo menos um segue crescendo se tornando o folículo dominante (FD) (BO et al., 1994).

Para fêmeas que apresentam duas ondas de crescimento folicular, a fase de crescimento inicia-se no dia da emergência e vai até aproximadamente o 8º dia após o estro, a fase estática ocorre entre o 8º e 10º dia e a fase de regressão ocorre após o 10º dia. Quando a fêmea apresenta três ondas de crescimento, a fase estática ocorre entre o 6º e 7º dia e a regressão entre o 7º o 8º dia (SILCOX et al., 1993). A onda ovulatória será a segunda ou terceira de acordo com o número de ondas por ciclo estral.

O FD que não regride libera estradiol (E_2) de forma crescente e induz o pico de LH, os quais estão relacionados com as mudanças comportamentais. Após a ovulação do folículo ocorrem mudanças estruturais e funcionais, surgindo então o CL (BINELLI, 2000), estrutura que é responsável pela secreção de P_4 (BO et al., 2000). Durante o período de secreção de P_4 há aumentos na secreção do FSH, estimulando a emergência de ondas foliculares. Desta forma fêmeas que apresentam duas ondas de crescimento folicular tem dois picos de FSH e nas com três ocorrem três picos de FSH (BO et al., 2000).

Na fase lútea, em que ocorre a formação e atividade do CL, a P_4 secretada pelo CL limita a liberação de LH por um mecanismo de “feedback” negativo. Desta forma durante essa fase não ocorre a ovulação (FORTUNE, 1994).

Já foi demonstrado que as concentrações séricas de E_2 e P_4 são superiores em fêmeas *Bos taurus* (SEGERSON et al., 1984) e de acordo com o esperado ocorre uma correlação positiva entre as concentrações séricas dos esteróides e o tamanho das estruturas ovarianas (SARTORI et al., 2002). Corroborando com Sartori e Guardieriro (2010) que demonstraram que *Bos indicus* comumente apresentaram menor tamanho máximo do FD e menor CL quando comparado com as fêmeas *Bos taurus*.

1.4 Puberdade em bovinos

O início da puberdade é definido como o primeiro estro ovulatório seguido de uma fase lútea. Embora o estro puberal seja a primeira oportunidade para uma novilha conceber, a fertilidade não é considerada excelente neste momento (BYERLEY, STAIGMILLER e BERARDINELLI, 1987). Vale ressaltar que a expressão do estro e a ovulação podem ocorrer de forma independente em novilhas pré-púberes. A ovulação sem a expressão do estro ocorre normalmente 7 a 10 dias antes do primeiro estro ovulatório e a secreção de P_4 durante a fase lútea curta, após a primeira ovulação é importante para estabelecer ciclos estrais normais (ATKINS, POHLER e SMITH, 2013).

Deste modo, a puberdade é constituída por uma sequência de eventos hormonais, mas também depende de fatores nutricionais e genéticos, podendo ser representados pela idade, peso corporal e condição corporal, estando associada mais ao peso corporal que com a idade (BARCELOS et al., 2001).

Após a puberdade são necessários dois a três ciclos estrais com fases luteais normais para que a fêmea atinja a maturidade sexual, ou seja, tenha capacidade de gestar (SANTOS e SÁ FILHO, 2006). A fertilidade aumenta nos ciclos seguintes (BURNS, FORDYCE e HOLROYD, 2010).

A interrupção do anestro pré-puberal em novilhas é decorrente do aumento na concentração e frequência pulsátil do LH que acontece devido à elevação dos níveis circulantes de hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) em resposta à maior liberação de E_2 (NAKADA et al., 2000 e CORTE JUNIOR, 2009). Esses fenômenos culminam com a primeira ovulação o que caracteriza o início da puberdade (WOLFE et al., 1992; HONARAMOOZ et al., 2000).

De acordo com Honaramooz et al. (2000), em novilhas a elevação da secreção de LH está ligada com a alteração do padrão de retroalimentação do E₂ para a liberação de GnRH, que até a puberdade é principalmente negativa. A partir de então, além da retroalimentação positiva de E₂, ocorre aumento da ação de neurotransmissores estimuladores, com disposição de estimular ou inibir a secreção de LH.

A maturação sexual está relacionada ao crescimento do FD, o qual produz elevadas concentrações de E₂, capaz de desencadear o pico pré-ovulatório de LH (EVANS, CURRIE E RAWLINGS, 1992). Para que esse fenômeno aconteça em novilhas é necessário que haja a elevação na secreção de LH, enquanto a secreção de FSH permanece inalterada (NOGUEIRA et al., 2003).

1.5 Métodos de indução da puberdade de novilhas

Inúmeros estudos comprovaram que o momento em que a puberdade ocorre pode ser antecipado por meio da bioestimulação. Quadros e Lobato (2004) relataram que novilhas submetidas a esse tratamento exibiram maior taxa de ciclicidade no início da estação de monta. Corroborando a este, Oliveira et al. (2007) e Soares et al. (2008) relataram, em experimentos com novilhas Nelore, que a taxa de prenhez também foi superior nas novilhas submetidas a bioestimulação.

A nutrição é outra estratégia de manejo para induzir a puberdade em novilhas. Bezerras desmamadas e submetidas a alto ganho de peso (1,36 Kg/d) exibiram menor idade à puberdade do que as que foram submetidas a dietas de baixo ganho (0,23 Kg/d) (YELICH et al., 1996). Gasser et al. (2006a, 2006b, 2006c, 2006d) realizaram uma série de estudos afim de desvendar o mecanismo pelo qual a nutrição antecipa a puberdade. De modo geral, em todos os experimentos, as novilhas que foram submetidas a maiores ganhos de peso apresentaram menor idade a puberdade.

Além do mais, com o manejo nutricional adequado, há aumento considerável na “reconcepção”, ou seja, a novilha precoce que se torna primípara e na próxima estação deve emprenhar novamente para que possa parir em um intervalo de 12 meses (GUERREIRO et al., 2015).

A utilização de progestinas em novilhas pré-púberes foi associada com uma redução na quantidade de receptores de E₂ no hipotálamo, o que por sua vez desencadeou uma redução na retroalimentação negativa do E₂ na liberação de GnRH, e aumento na liberação de LH. Este é provavelmente o mecanismo responsável pela indução de puberdade nos tratamentos com progestinas (DAY e ANDERSON, 1998).

Abaixo serão descritas com maior detalhe cada uma das estratégias citadas acima.

1.5.1 Tratamento hormonal

A puberdade pode ser induzida através da administração de diversos hormônios tais como E₂ e P₄, individualmente ou em combinação entre si e ainda com tratamento à base de GnRH e seus análogos (THATCHER et al., 2001). A aptidão dos progestágenos em induzir a puberdade só é dada devido a ocorrência primária da maturidade do sistema neuroendócrino e a via de regulação da secreção de LH. A adoção dos tratamentos hormonais a base de progestágenos acarreta a redução da concentração de receptores de E₂ no hipotálamo, induzindo a uma diminuição do feedback negativo do E₂ na liberação de GnRH (CADIMA, 2018). Este fato causa aumento na liberação de LH, constituindo esse o mecanismo responsável pela indução de puberdade nos tratamentos com progestinas (DAY e ANDERSON, 1998).

A obtenção do êxito nos tratamentos é influenciada por outras variáveis que estão relacionadas a dosagem e o tempo de exposição dos animais aos fármacos, sendo estes determinantes para que se obtenha sucesso no protocolo de indução da puberdade, sobretudo em novilhas *Bos indicus*, pois elevadas doses de P₄ podem suprimir a pulsatilidade de LH, reduzindo o crescimento folicular e a ovulação (JUNIOR et al., 2010). Diante desse fato, o processo de crescimento e maturação folicular necessita ser efetivado em nível adequado de P₄, uma vez que concentrações demasiadamente elevadas ou subluteais do mesmo pode acarretar alterações no padrão da secreção de LH, afetando negativamente a qualidade do folículo e, por conseguinte, a fertilidade dos animais (DADARWALL et al., 2013; SANTOS et al., 2016). Para a obtenção de resultados satisfatórios o emprego de protocolos hormonais para a

indução de estro é uma opção eficiente, inúmeros protocolos podem ser utilizados para tal ação, como o demonstrado da Figura 1.

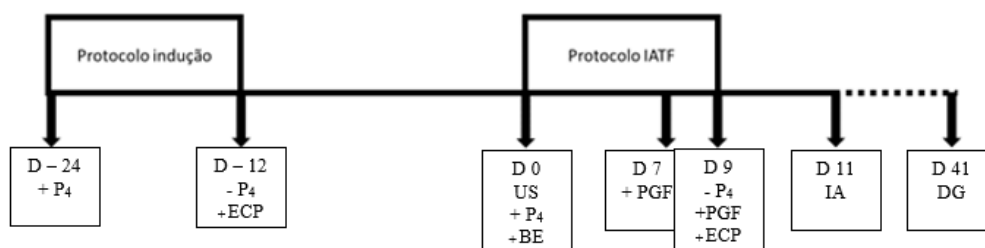


Figura 1. Protocolo hormonal utilizado na indução de estro em novilhas.

Em seu estudo Rodrigues (2016), relatou que novilhas pré-púberes responderam ao protocolo de indução de puberdade tiveram a mesma taxa de prenhez à IATF do que novilhas que já estavam ciclando ao início da estação de monta. Concluindo assim que a indução da puberdade resultou em maior fertilidade em novilhas Nelore pré-púberes.

Outra forma seria, a inclusão de progestágeno oral na dieta, como o acetato de melengestrol (MGA) pode ser uma opção na indução da puberdade em novilhas pré-púberes. Em seu estudo Imwalle et al. (1998) suplementaram novilhas (n=8) com MGA durante 8 dias para induzir a puberdade. Dez dias após o fim do tratamento todas tornaram-se púberes, enquanto o grupo controle apenas quatro novilhas entraram em puberdade (n=9).

1.5.2 Bioestimulação

Esta estratégia tem como objetivo antecipar a puberdade de novilhas por meio do uso de machos adultos. Propondo assim manter os touros entre as novilhas durante o período pré-pubertal ou a etapa que precede a estação de monta, com o intuito de estimular a ativação do eixo hipotalâmico hipofisário gonadal (QUADROS e LOBATO, 2004). Tais estímulos irão acarretar o desencadeamento de vários outros processos fisiológicos e comportamentais, isto inclui os ligados a reprodução (MARTIN, 2002).

De acordo com Berardinelli e Tauck (2007), o efeito bioestimulatório encontra-se ligado diretamente com a exposição de feromônios urinários que são sintetizados pelo macho. Durante seu estudo Souza (2001) obteve

resultados superiores deste efeito com o uso de rufiões com desvio lateral de pênis quando comparado com vacas androgenizadas.

Quadros e Lobato (2004) asseguram que melhores resultados são observados em fêmeas com idade mais próxima da puberdade, uma vez que em animais jovens há um bloqueio do eixo hipotalâmico hipofisário gonadal, o qual é decorrente do menor peso destes animais, sendo nesta situação a bioestimulação menos eficiente na indução do estro.

1.5.3 Nutrição

O elevado aporte nutricional está diretamente ligado com o início da vida reprodutiva de novilhas Nelore. Romano (1997) observou uma redução em 86 dias na idade à puberdade entre novilhas mantidas sob dieta com elevado aporte nutricional quando comparadas a novilhas mantidas em dieta com baixo aporte nutricional. Ainda em período pré-púbere, o estrogênio secretado pelos folículos em baixo nível é capaz de inibir a secreção de LH. Todavia, o plano nutricional pode influenciar a intensidade desta inibição.

O fornecimento apropriado de alimento eleva a taxa de crescimento entre o quarto e o sétimo mês de idade que é visivelmente suficiente para induzir a puberdade precoce. Este acréscimo reduz o feedback negativo do E₂ na secreção de LH durante o período pré-puberal (PERRY, 2016; SOUZA et al., 2018).

Estudos mostram que novilhas com idade entre 4 e 9 meses são mais sensíveis à aceleração da puberdade por influência do efeito nutricional (PERRY, 2016; CARDOSO et al., 2018). Elevadas taxas de ganho de peso, em média de 1kg/dia, proporcionam deposição máxima de tecido adiposo e maior circulação de hormônios metabólicos como leptina, insulina e fator de crescimento semelhante à insulina (IGF1) promovendo a puberdade precoce em novilhas (CARDOSO et al., 2018).

A junção adequada de alimentos energéticos associados à boa mineralização pode levar a ganhos médios diários de peso beneficiando a antecipação da puberdade de novilhas (FIGUEIREDO et al., 2008; PASA, 2010; PEREIRA et al., 2017).

1.6 Melhoramento genético para precocidade sexual

As características reprodutivas, como a precocidade sexual em fêmeas, estão diretamente ligadas com o retorno financeiro, ou seja, a lucratividade do sistema de produção de gado de corte (BRUMATTI et. al., 2011). Desse modo, está diretamente relacionada a economia, tornando-se assim de suma importância, principalmente nos bovinos zebuínos que apresentam idade à puberdade mais tardia que os taurinos. Todavia, a seleção dos animais com base nessas características é algo difícil, logo que a identificação do início da puberdade, ou seja, a idade na qual a novilha expressa sua capacidade reprodutiva (LANNA e PACKER, 1998), demande de uma determinada adaptação gerencial, haja visto que as avaliações dos indicadores de precocidade sexual acarretam custos na produção. No entanto avaliações como diâmetro do perímetro escrotal (PE) e idade a primeiro parto (IPP), são variáveis que podem ser coletadas sem que haja um maior incremento no custo.

Em machos uma característica que foi usada por anos é o PE, visto que o mesmo tem baixa correlação com a precocidade sexual das fêmeas, torna-se necessária a inclusão de características que possam ser medidas diretamente nas fêmeas. Incluir características que predizem a fertilidade das fêmeas, como critério de seleção e descarte, possibilita melhorar o desempenho reprodutivo e aumentar o ganho genético do rebanho (PEREIRA et al., 2002; BOLIGON et al., 2007).

Estudos comprovam que utilizando características mensuradas nas fêmeas é possível obter maior avanço genético (ELER, JÚNIOR e FERRAZ, 2010). Dentre essas características, a idade à puberdade, a IPP e a probabilidade de prenhez precoce (3P) são as que apresentam maior importância econômica (ELER et al., 2004).

A 3P é avaliada como característica binária da seguinte forma: todas as novilhas devem ser expostas a reprodução por volta de 11 meses, independente da condição corporal ou peso recebendo a mesma oportunidade de conceber, ou seja, devem ser submetidas aos mesmos manejos. As fêmeas que conceberem nessas condições são consideradas precoces. Essa é uma

característica de fácil avaliação, baixo custo e apresenta uma alta herdabilidade (0,35 a 0,53), o que justifica sua utilização como critério de seleção genética (ELER, JÚNIOR e FERRAZ, 2010). O índice 3P apresenta alta correlação com características reprodutivas e produtivas, utilizando esse critério de seleção é possível obter maior peso corporal, perímetro escrotal e stayability (STAY).

A IPP possibilita uma avaliação genética com uma base de dados menor, pois é uma característica com distribuição linear o que facilita a avaliação principalmente em rebanhos menores, apresentando valores em meses e dias (SILVA, DIAS e ALBUQUERQUE, 2005; ELER, JÚNIOR e FERRAZ, 2010).

Comparando a IPP com a idade a primeira concepção (IPC), a mesma apresenta como vantagem a possibilidade de antecipar as tomadas de decisão e a possibilidade de seleção de animais mais jovens. Porém apresenta herdabilidade em torno de 0,21 (BRUNES, 2017).

Segundo Eler et. al. (2004), apesar das características acima poderem ser mensuradas com facilidade em um vasto número de animais e tenham alta herdabilidade, são características restritas pelo sexo. Além do mais, na ocorrência de gestação, a variável é mensurada apenas após o primeiro parto. Já nos machos a avaliação depende do teste de progênie (HAWKEN et al., 2012). Essas avaliações são onerosas e aumentam o intervalo de geração, reduzindo o ganho genético anual.

A inovação tecnológica permite o uso de painéis densos de polimorfismo de nucleotídeo único (SNP) para estudos de associação junto ao genoma. Sendo assim, os SNPs associados a lócus quantitativos de características (QTL) que influenciam a expressão de características podem ser identificados e empregados para a construção de painéis de SNPs, o que auxiliará no procedimento de seleção (PETERS et al., 2012). De acordo com Cochran et al. (2013) a fim de melhorar a precisão das previsões genômicas para a fertilidade é necessário que seja feito o agrupamento de painéis SNPs associados a genes que influenciam as características reprodutivas.

1.7 Contagem folicular antral

A contagem de folículos antrais (CFA) tem se tornado foco de estudo e sua influência sobre o desempenho reprodutivo das fêmeas (IRELAND et al., 2008; IRELAND et al., 2011; PONTES et al., 2011; BARUSELLI et al., 2015; MOROTTI et al., 2015; MOROTTI et al., 2017) devido a sua relação com o número de embriões produzidos (PONTES et al., 2011).

Os primeiros estudos sobre a CFA foram realizados em fêmeas *Bos taurus*, quando verificou-se alta repetibilidade da CFA, o que sugeriu a possibilidade de classificá-las em grupos de CFA baixa, intermediária e alta de acordo com o número de folículos observados através de exame ultrassonográfico. Além do mais a avaliação e caracterização da CFA pode ser realizada em qualquer estação do ano, independentemente do número de ondas, fase de desenvolvimento folicular, idade, status lactacional (BURNS et al., 2005) e ordem de parição (KOYAMA, KOYAMA e SUGIMOTO, 2018).

Fêmeas *Bos taurus* com alta CFA apresentaram melhor taxa de prenhez (MOSSA et al., 2012), desempenho reprodutivo (KOYAMA, KOYAMA e SUGIMOTO, 2018), menor intervalo entre partos e maior probabilidade de estro pós-parto (MARTINEZ et al., 2016). Enquanto para animais *Bos indicus*, as melhores taxas de prenhez foram observadas em animais de baixa CFA (MENDONÇA et al., 2013; SANTOS et al., 2016; MOROTTI et al., 2018). Embora tenha sido sugerida, para fêmeas *Bos taurus*, a seleção para eficiência reprodutiva utilizando como critério a CFA (IRELAND et al., 2008; IRELAND et al., 2011; MOSSA et al., 2012), é preciso lembrar que o desempenho também é influenciado por outros mecanismos (MOROTTI et al., 2015), tais como os envolvidos na síntese e metabolização de hormônios esteroides (E_2 e P_4), atuação da insulina e do IGF-1, além das condições nutricionais e sanitárias dos animais (SEGERSON et al., 1984; BASTOS, 2012; BATISTA, 2015).

Para *Bos taurus* a classificação usual é ≤ 15 folículos para baixa CFA, 16-24 folículos para CFA intermediária e ≥ 25 folículos para alta CFA (BURNS et al., 2005; IRELAND et al., 2007; IRELAND et al., 2008; JIMENEZ-KRASSEL et al., 2009; MOSSA et al., 2012; NAGAI et al., 2016). Para *Bos indicus*, apesar de variações na literatura considera-se a seguinte classificação: baixa CFA $\leq$

10 folículos, intermediário de 11 a 29 folículos e alta ≥ 30 folículos (De Moraes et al., 2019).

Segundo Bastos et al. (2010), fêmeas *Bos indicus* apresentam número superior de folículos ($42,7 \pm 5,9$) que *Bos taurus* ($19,7 \pm 3,2$). Resultados semelhantes foram encontrados por Alvarez et al. (2000), Carvalho et al. (2008), Gimenes et al. (2008) e Batista et al. (2014). Acredita-se que a diferença entre o número de folículos das subespécies é dada pela maior concentração de insulina e fator de crescimento semelhante a insulina do tipo 1 (IGF-1) encontrada em *Bos indicus*, o que justificaria o maior número de folículos recrutados quando comparado com os *Bos taurus* (SEGERSON et al., 1984; BASTOS, 2012; BATISTA et al., 2014).

BATISTA et al. (2014) demonstraram que a diferença da CFA entre *Bos indicus* e *Bos taurus* também é verdadeira ao observar as categorias de alta CFA ($48,1 \pm 2,33 \times 34,3 \pm 3,12$) e baixa CFA ($28,4 \pm 2,15 \times 13,4 \pm 1,4$) para *Bos indicus* e *Bos taurus*, respectivamente.

A CFA está positivamente associada com as concentrações de hormônio anti mulleriano (AMH) tanto para *Bos taurus*, quanto para *Bos indicus*, ou seja, animais que possuem maior CFA têm maior concentração plasmática de AMH, independente do grupo genético, sendo assim o AMH pode ser utilizado como um marcador endócrino que prediz a CFA (BATISTA et al., 2014).

Segundo Queiroz (2014) em bovinos Nelore machos a concentração sérica de AMH é elevada enquanto a da testosterona é baixa em animais não púberes. Já em animais púberes essa relação se torna inversa, pois ao subir os níveis de testosterona os de AMH baixam, nos revelando que o AMH pode ser um possível marcador biológico de precocidade sexual em machos bovinos.

Levando tudo isso em consideração fica a pergunta. A CFA poderia ser uma ferramenta utilizada para selecionar novilhas com maior precocidade sexual?

1.8 Referências bibliográficas

ADAMS, G. P.; MATTERI, R. L.; GINTHER, O. J. Effect of progesterone on ovarian follicles, emergence of follicular waves and circulating follicle-stimulating hormone in heifers. *Reproduction*, v. 96, n. 2, p. 627-640, 1992.

ALBUQUERQUE, L. G.; BALDI, F. Seleção para precocidade sexual de zebuínos: Situação atual e Perspectivas. In: 7º Simpósio de produção de gado de corte, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. p. 299-323.

ALMEIDA, O. M.; PINHO, R. O. Endocrinologia da puberdade em fêmeas bovinas. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, v. 11, n. 20, p. 1-13, 2013.

ALVAREZ, P. et al. Ovarian and endocrine characteristics during an estrous cycle in Angus, Brahman, and Senepol cows in a subtropical environment. *Journal of animal science*, v. 78, n. 5, p. 1291-1302, mai, 2000.

ANDRADE, W. B. F. **Associação genética de características de qualidade de carne e precocidade sexual em animais nelore (Bos indicus)**. 2015. 39f. Dissertação (Mestrado em Genética e melhoramento animal) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

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. 29, n.3, p.479-492, 2013.

AZEVEDO, D. M. M. et al. Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no Norte e Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 35, n.3, p. 988-996, mai/jun. 2006.

BALDI, F. et al. Parâmetros genéticos para características de tamanho e condição corporal, eficiência reprodutiva e longevidade em fêmeas da raça Canchim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 37, n.2, p. 247-253, fev. 2008.

BARCELLOS, J. O. J. et al. Influência da estrutura corporal na idade à puberdade de novilhas Braford. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 2001. p.397-398.

BARUSELLI, P. S. et al. Relationship between follicle population, AMH concentration and fertility in cattle. *Animal Reproduction*, v. 12, n. 3, p. 487-497, set. 2015.

BASTOS, M. R. et al. Ovarian function and circulating hormones in non lactating Nelore versus Holstein cows. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 38, n. 2, p. 776, 2010.

BASTOS, M. R. **Diferenças Fisiológicas e Reprodutivas entre Bos taurus e Bos indicus**. 2012. 145 f. Tese (Doutorado em Reprodução Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2012.

BATISTA, E. O. S. et al. Plasma antimullerian hormone as a predictor of ovarian antral follicular population in Bos indicus (Nelore) and Bos taurus (Holstein) heifers. *Reproduction in Domestic Animals*, v. 49, n. 3, p. 448-452, jun, 2014.

BATISTA, E. O. S. **Resposta ovariana, endócrina e molecular de novilhas taurinas e zebuínas submetidas a diferentes níveis de ingestão de matéria seca**. 2015. 118 f. Tese (Doutorado em Reprodução Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

BERARDINELLI, J.G; TAUCK, S.A. Intensity of the biostimulatory effect of bulls on resumption of ovulatory activity in primiparous, suckled, beef cows. *Animal Reproduction Science.*, v. 99, p. 24-33. 2007.

BYERLEY, D. J. et al. Pregnancy rates of beef heifers bred either on puberal or third estrus. *Journal of animal science*, v. 65, n. 3, p. 645-650, set. 1987.

BETTERIDGE, K. J. et al. Potential genetic improvement of cattle by fertilization of fetal oocytes in vitro. *Journal of Reproduction and Fertility*, v. 38, p.87-98, 1989.

BINELLI, M. Estratégias anti-luteolíticas para a melhorar a sobrevivência embrionária em bovinos. *Simpósio sobre Controle Farmacológico do Ciclo Estral em Ruminantes*, p. 99-114, 2000.

BRUMATTI, R. C. et al. Desenvolvimento de índice de seleção em gado corte sob o enfoque de um modelo bioeconômico. *Archivos de Zootecnia*, v. 60, n. 230, p. 205-213, 2011.

BRUNES, L. C. **Estudo genético-quantitativo de características de crescimento, reprodução, carcaça e escores visuais em um rebanho nelore sob seleção para precocidade sexual**. 2017. 193 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

BO, G. A. et al. Local versus systemic effects of exogenous estradiol-17 β on ovarian follicular dynamics in heifers with progestogen implants. *Animal Reproduction Science*, v. 59, n. 3-4, p. 141-157, 2000.

BO, G.A.; ADAMS, G.P.; PIERSON, R.A. et al. Follicular waves dynamic after estradiol 17b treatment of heifers with or without a progesterone implant. *Theriogenology*, v. 41, p. 1555-1569, 1994.

BOLIGON, A. A., RORATO, P. R. N., ALBUQUERQUE, L. G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça nelore. *Revista Brasileira Zootecnia*. Viçosa, v.36, n.3, p.565-571, mai/jun. 2007.

BUCCIONE, R., SCHROEDER, A.C., EPPIG, J. J. Interactions between somatic cells and germ cells throughout mammalian oogenesis. *Biology of Reproduction*, v.43, p.543-547, out. 1990.

BURNS B. M., FORDYCE G., HOLROYD R. G. A review of factors that impact on the capacity of beef cattle females to conceive, maintain a pregnancy and wean a calf-Implications for reproductive efficiency in northern Australia. *Animal Reproduction Science*, v. 22, p. 1-22, 2010.

BURNS, D. S. et al. Numbers of antral follicles during follicular waves in cattle: evidence for high variation among animals, very high repeatability in individuals, and an inverse association with serum follicle-stimulating hormone concentrations. *Biology of Reproduction*, v. 73, p. 53-62, jul. 2005.

CADIMA, G. P. Efeito da indução de puberdade em novilhas nelore no desempenho reprodutivo na estação de monta. 2018. 21 f. Monografia (Especialização em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

CARROL, J. et al. Extra-ovarian production of mature viable mouse oocytes from frozen primary follicles. *Journal of Reproduction and Fertility*, v.90, p.321-327, set. 1990.

CARDOSO, C. et al. Neuroendocrine signaling pathways and the nutritional control of puberty in heifers. *Proceedings of the 10^a International Ruminant Reproduction Symposium*, v. 15, n. 1, p. 868-878, 2018.

CARVALHO, J. B. P. et al. Effects of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in *Bos indicus*, *Bos indicus* x *Bos taurus*, and *Bos taurus* heifers. *Theriogenology*, v. 69, p. 169-175, jan. 2008.

COCHRAN, S. D.; COLE, J. B.; NULL, D. J.; HANSEN, P. J. Discovery of single nucleotide polymorphisms in candidate genes associated with fertility and production traits in Holstein cattle. *BMC Genet.*, p. 14-49, 2013.

CORTE JÚNIOR, A. O. **Variação do ciclo estral de novilhas *Bos taurus indicus* (Nelore) em diferentes estações do ano.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária, Araçatuba. 2009.

DADARWAL, D. et al. Effect of progesterone concentration and duration of proestrus on fertility in beef cattle after fixed-time artificial insemination. *Theriogenology*, v.79, n.5, p.859–866, mar. 2013.

DAY, M. L., ANDERSON, L. H. Current concepts on the control of puberty in cattle. *Journal of Animal Science*, v. 76, n. 3, p. 1 – 15, jan. 1998.

DE MORAES, F. L. Z. et al. Relationships Between Antral Follicle Count, Body Condition, and Pregnancy Rates After timed-AI in *Bos Indicus* Cattle. *Theriogenology*, v. 136, n. 15, p. 10-14, set. 2019.

DIAS, L. T.; FARO, L. E.; ALBUQUERQUE, L. G. Efeito da idade de exposição de novilhas à reprodução sobre estimativas de herdabilidade da idade ao primeiro parto em bovinos Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.*, Belo Horizonte, v. 56, n. 3, p. 370-373, jun. 2004.

ELER, J.P. et al. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nelore cattle. *Jornal Animal. Science*, v. 82, p. 2519-2527, 2004.

ELER, J. P.; JÚNIOR, M. L. S.; FERRAZ, J. B. S. Seleção para precocidade sexual e produtividade da fêmea em bovinos de corte. *Revista*

EVS-Revista de Ciências Ambientais e Saúde, Goiânia, v. 37, n. 5, p. 699-711, set/out. 2010.

EVANS, A. C. O.; CURRIE, W. D.; RAWLINGS, N. C. Effects of naloxone on circulating gonadotrophin concentrations in prepubertal heifers. *Journal of Reproduction and Fertility*, v. 96, p. 847-855, 1992.

FIGUEIREDO, D. M. et al. Estratégias de suplementação para antecipação da idade à puberdade para novilhas de corte em pastagem tropical. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v. 30, n.4, p. 415-423, 2008.

FIGUEIREDO, R. A. et al. Ovarian follicular dynamics in Nellore breed (*Bos indicus*) cattle. *Theriogenology*, New York, v.47, p.1489-1505, jun.1997.

FORTUNE, J.E. Activation of primordial follicles. In: EPPIG, J.; HEGELE-HARTUNG, C. H.; LESSL, M. (Ed.). **The future of the oocyte basic and clinical aspects**. New York: Springer, 2002. p.11-21.

FORTUNE, J.E. Ovarian follicular growth and development in mammals. *Biological Reproduction*, v. 50, p. 225-232, 1994.

JÚNIOR, I. C. et al. Reproductive performance of prepubertal *Bos indicus* heifers after progesterone-based treatments. *Theriogenology*. v. 74, n. 6, p. 903-911, 2010.

GALINA, C. S.; ORIHUELA, A.; DUCHATEAU, A. Reproductive physiology in Zebu cattle. *Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice*, v. 3, p. 619, 1987.

GASSER, C. L. et al. Induction of precocious puberty in heifers I: enhanced secretion of Luteinizing Hormone. *Journal of Animal Science*. v. 84, n.20, p. 35- 41, 2006a.

GASSER, C.L. et al. Induction of precocious puberty in heifers II: Advanced ovarian follicular development. *Journal of Animal Science*. v. 84, p.2042 – 2049, 2006b

GASSER, C. L. et al. Induction of precocious puberty in heifers III: Hastened of estradiol negative feedback on secretion of luteinizing hormone. *Journal of Animal Science*. v.84, p. 2050 – 2056, 2006c.

GASSER, C. L. et al. Effect of timing of feeding high concentrate diet on growth and attainment of puberty in early-weaned heifers. *Journal of Animal Science*. v. 84, p.3118 – 3122, 2006d.

GAVERICK H. A.; SMITH, M. F. Female reproductive physiology and endocrinology of cattle. *Veterinary clinics of north America - food animal practice*, Missouri, v. 9, n. 2, p. 0720-0749 ,1993.

GIMENES, L. U. et al. Follicle deviation and ovulatory capacity in *Bos indicus* heifers. *Theriogenology*, New York, v. 69. n. 7, p. 852- 858, 2008.

GINTHER, O. J.; KNOPF, L.; KASTELIC, J. P. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. *Reproduction*, v. 87, n. 1, p. 223-230, 1989.

GUERREIRO, B. M. et al. Reproductive efficiency of 24 months old primiparous Nelore cows and submitted to resynchronization programs after TAI. *Animal Reproduction*, v. 12, p. 633, 2015.

HAWKEN, RJ et al. Estudos de associação em todo o genoma da reprodução feminina em bovinos de corte tropicamente adaptados. *Journal of Animal Science*, v. 90, n. 5, p. 1398-1410, 2012.

HIRSHFIELD, A. N. Development of follicles in the mammalian ovary. *International Review of Cytology*, v. 124, p. 43-101, 1991.

HONARAMOOZ, A. et al. Opioidergic. dopaminérgico and adrenérgico regulation of LH secretion in pré-pubertal heifers. *Journal of Reproduction and Fertility*, v. 119, p. 207-215, 2000.

HSUEH, A. J. W.; BILLING, H.; TSAFRIRI, A. Ovarian follicle atresia: a hormonally controlled apoptotic process. *Endocrine Reviews*, v. 15, n. 6, p. 707-724, 1994.

INSKEEP, E. K.; DAILEY, R. A.; RHODES III, R. C. Some considerations on the value of hormonal assays and a knowledge of hormonal profiles to production of red meat animals. *South African Journal of Animal Science*, v. 12, n. 1, p. 85-101, 1982.

IMWALLE, D. B. et al. Effects of melengestrol acetate on onset of puberty, follicular growth, and patterns of luteinizing hormone secretion in beef heifers. *Biology of reproduction*, v. 58, n. 6, p. 1432-1436, 1998.

IRELAND, et al. Follicle numbers are highly repeatable within individual animals but are inversely correlated with FSH concentrations and the proportion of good-quality embryos after ovarian stimulation in cattle. *Human Reproduction*, v. 22, p. 1687-1695, jun. 2007.

IRELAND, J. L. H. et al. Antral follicle count reliably predicts number of morphologically healthy oocytes and follicles in ovaries of Young adult cattle. *Biology of Reproduction*, v. 79, p. 1219-1225, dez. 2008.

IRELAND, J.J. et al. Does size matter in females? An overview of the impact of the high variation in the ovarian reserve on ovarian function and fertility, utility of anti-mullerian hormone as a diagnostic marker for fertility and causes of variation in the ovarian reserve in cattle. *Reproduction, Fertility and Development*, v. 23, p. 1–14, dez. 2011.

JIMENEZ-KRASSEL, et al. Evidence that high variation in ovarian reserves of healthy young adults has a negative impact on the corpus luteum and endometrium during estrous cycles in cattle. *Biology of Reproduction*, v. 80, p. 1272-1281, jun. 2009.

KLUSKA, S. **Análise de características reprodutivas, tratadas como variáveis categóricas, em bovinos da raça nelore.** 2017. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017.

KOYAMA, K.; KOYAMA, T.; SUGIMOTO, M. Repeatability of antral follicle count according parity in dairy cows. *Journal of Reproduction and Developmental*, p.1-23, out. 2018.

LANNA, D. P.; PACKER, I. U. Eficiência biológica e econômica de bovinos de corte. In: Workshop qualidade da carne e melhoramento genético de bovinos de corte. 1998. São Carlos. **Anais...** São Carlos: Embrapa-CPPSE, 1998. p. 172.

LAUREANO, M. M. M. et al. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. Belo Horizonte, v. 63, n. 1, p. 143-152, fev. 2011.

LIMA-VERDE, I. B.; ROSSETO, R.; FIGUEIREDO, J. R. Influência dos hormônios esteróides na foliculogênese. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, Belo Horizonte, v. 35, n. 4, p. 472-482, out/dez. 2011.

LUCCI, C.M. et al. Light microscopical and ultrastructural characterization of goat preantral follicles. *Small Ruminant Research*, North Carolina, v. 41, p. 61-69, jul. 2001.

MARSON, E. P. et al. Genetic characterization of European-Zebu composite bovine using RFLP markers. *Genetics and Molecular Research*. v. 4, n. 3, p. 496-505, 2005.

MARTIN, G.B. Social-sexual signs reproduction in mammals - an overview. In: *Curso Internacional sobre Feromonas y Bioestimulación*. 2002. Cidade do México. **Anais...** Cidade do México: Universidad Nacional Autónoma de Mexico, 2002. p. 11-28.

MARTINEZ, M. F. et al. Association between antral follicle count and reproductive measures in New Zealand lactating dairy cows maintained in a pasture-based production system. *Theriogenology*, v. 85, p. 466-475, fev. 2016.

MATOS, M. C. **Associação genômica ampla para características reprodutivas em bovinos da raça Nelore**. 2013. 134 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

MENDONÇA, H. G. R. et al. Pregnancy rates following FTAI of Nelore heifers *Bos indicus* with high, intermediate and low numbers of antral follicles. *Animal Reproduction*. v. 10, p.452, 2013.

MOREIRA, R. J. C. **Uso do protocolo Crestar® em tratamentos utilizando benzoato de estradiol, PGF2alfa, PMSG e GnRH para controle do ciclo estral e ovulação em vacas de corte**. 2002. 62 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e pastagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MOROTTI, F. et al. Is the number of antral follicle an interesting selection criterium for fertility in cattle? *Animal Reproduction*, v. 12, n. 3, p. 479-486, set. 2015.

MOROTTI, F. et al. Correlation between phenotype, genotype and antralfollicle population in beef heifers. *Theriogenology*, v. 91, n. 15, p. 21-26, mar. 2017.

MOROTTI, F. et al. Ovarian follicular dynamics and conception rate in *Bos indicus* cows with different antral follicle counts subjects to timed artificial insemination. *Animal Reproduction Science*, v. 188, p. 170-177, jan. 2018.

MOSSA, F. et al. Low numbers of ovarian follicles ≥ 3 mm in diameter are associated with low fertility in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 95, p. 2355-2361, mai. 2012.

NAGAI, K. et al. The relationship between antral follicle count in a bovine ovary and developmental competence of in vitro-grown oocytes derived early antral follicles. *Biomedical Research*, v. 37, n. 1, p. 63-71, dez. 2016.

NAKADA, K. et al. Changes in concentrations of plasma immunoreactive follicle-stimulating hormone, luteinizing hormone, estradiol-17 β , testosterone, progesterone, and inhibin in heifers from birth to puberty. *Domestic Animal Endocrinology*, v. 18, n. 1, p. 57-69, jan. 2000.

NOGUEIRA, G. P. et al. Precocious fertility in Nelore heifers. *Biology of Reproduction*, Madison, v. 68, n.1, p. 382, 2003.

OLIVEIRA, M. M.; ROTA, E. L.; DIONELLO, N. J. L.; AITA, M. F. Herdabilidade e correlações genéticas do perímetro escrotal e idade ao primeiro parto com características produtivas em bovinos de corte: revisão. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 3, n. 2, p. 141–146, 2007.

PASA, C. Relação Reprodução Animal e os Minerais. *Revista Biodiversidade*, v 9, n.1, 2010.

PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 5, p. 703–708, 2002.

PEREIRA, C. S. et al. Suplementação Micromineral Injetável para Bovinos de Corte. In: *Mostra Científica Famez*, 10., 2017, Campo Grande **Anais...**, Campo Grande: UFMS, 2017. p. 338-345.

PERRY, G. A. Factors affecting puberty in replacement beef heifers. *Theriogenology*, p. 1-6, 2016.

PETERS, S. O. et al. Bayesian genome-wide association analysis of growth and yearling ultrasound measures of carcass traits in Brangus heifers. *Journal Anim. Science*, v. 90, p. 3398–3409, 2012.

PONTES, J. H. F. et al. Ovum pick up, in vitro embryo production, and pregnancy rates from a large-scale commercial program usin Nelore Cattle *Bos indicus* donors. *Theriogenology*, v. 75, p. 1640-1646, jun. 2011.

QUADROS, S. A. F.; LOBATO, J. F. P. Bioestimulação e Comportamento Reprodutivo de Novilhas de Corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.33, n.3, p.679-683, mai/jun. 2004.

QUEIROZ, V. L. D. **Hormônio anti-Mülleriano sérico como preditor da puberdade de touros jovens Nelore**. 2014. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.

RATHBONE, M. J. et al. Recent advances in bovine reproductive endocrinology and physiology and their impact on drug delivery system design for the control of the estrous cycle in cattle. *Advanced drug delivery reviews*, v. 50, n. 3, p. 277-320, set. 2001.

REECE, W. O. (Edt.). Reprodução feminina dos mamíferos. In: **___Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. p. 1465-1521.

RODRIGUES, A.D.P. **Desempenho reprodutivo em novilhas *Bos indicus* e *Bos taurus* x *Bos indicus* submetidas a protocolos de sincronização da ovulação**. 2016. 86p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

ROMANO, M. C. **Efeito do nível nutricional sobre a antecipação da idade à puberdade e caracterização de dinâmica folicular nos períodos pré e pós-púbere em novilhas Nelore**. 1997. 103p. (Tese em medicina veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SADEU, J. C. et al. Morphological and ultrastructural evaluation of cultured frozen–thawed human fetal ovarian tissue. *Fertility and sterility*, v. 85, p. 1130-1141, abr. 2006.

SANTOS, G. M. G. et al. High numbers of antral follicle are positively associated with in vitro embryo production but not the conception rate for FTAI in Nelore cattle. *Animal Reproduction Science*, v. 165, p. 17-21, fev. 2016.

SANTOS, J. E. P.; SÁ FILHO, M. F. Nutrição e reprodução em bovinos. *Bioteecnologias da Reprodução em Bovinos*. In: 2º Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada, Londrina, p. 30-54, 2006.

SARTORI, R. et al. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *Journal of dairy science*, v. 85, n. 11, p. 2803-2812, 2002.

SARTORI, Roberto; GUARDIEIRO, Monique Mendes. Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 422-432, 2010.

SEGERSON, E. C. et al. Ovarian and uterine morpholofy and function in angus and brahman cows. *Journal of Animal Science*, v. 59, 1026-1046, out. 1984.

SILCOX, R. W.; POWELL, K. L.; KISER, T. E. Ability of dominant follicles (DF) to respond to exogenous GnRH administration is dependent on their stage of development. *Journal Animal Science*, v. 71, n. Suppl 1, p. 219, 1993.

SILVA, J. A. V.; DIAS, L. T.; ALBUQUERQUE, L. G. Estudo genético da precocidade sexual de novilhas em um rebanho Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 5, p. 1568-1572, 2005.

SILVEIRA, J. C. et al. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em um rebanho Nelore no estado do Mato Grosso do sul. *Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa*, v. 33, n. 6, p. 1432–1444. Nov/dez. 2004;

SOARES, A. F. C. et al. Influência da bioestimulação sobre as características ovarianas e a taxa de prenhez em novilhas Nelore. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*, v. 9, n. 4, p. 834-838. Out/dez. 2008.

SOUZA, R. T. et al. Fatores Relacionados ao Desenvolvimento Reprodutivo em Novilhas Nelore: Revisão. *PUBVET*, v.12, n.5, p.1-10, mai. 2018.

SOUZA, G.F. **Efeito da presença de rufiões sobre a primeira temporada reprodutiva de novilhas de corte.** 2001. 60 f. Dissertação

(Mestrado em Ciências Veterinárias) - Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

THACHER, W. W. et al. Effects of hormonal treatments on reproductive performance and embryo production. *Theriogenology*, p. 75-89, 2001.

VAN DEN HURK, R.; BEVERS, M.M.; BECKERS, J.F. In vivo and in vitro development of preantral follicles. *Theriogenology*, v. 47, p. 73-82, jan. 1997.

Van Melis, MH et al. Relações genéticas aditivas entre circunferência escrotal, gravidez em novilhas e permanência em bovinos Nelore. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 12, p. 3809-3813, 2010.

VOZZI PA. **Análise genético-quantitativa de características de precocidade sexual na raça Nelore**. Tese (Doutorado em genética) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.

WOLFE, M. W. et al. Effect of selection for growth traits on age and weight at puberty in bovine females. *Journal of Animal Science*, Philadelphia, v. 68, p. 1595-1602, 1990.

YELICH, J. V. et al. Luteinizing hormone, growth hormone, insulin 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.

2 CAPÍTULO II – ARTIGO

Artigo formatado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

Contagem de folículos antrais no momento da indução de novilhas precoces pré-púberes não é indicador de prenhez em novilhas Nelore

Geancarlos Carraro da Silva¹, Marcos Vargas da Silveira², Iury de Souza Campos³, Aldair Félix da Silva¹, Micheli Stefani Bertuci Silva¹, Janaína Menegazzo Gheller², Eliane Vianna da Costa e Silva² e Fabiana de Andrade Melo Sterza²

¹UEMS – Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul - CEP: 79.200-000. Aquidauana/MS. Brasil.

²UFMS – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – CEP: 79074-460. Campo Grande/MS. Brasil.

³Genética Aditiva – Fazenda Canaã

Corresponding author: geancarloscarraro@gmail.com; fabiana.sterza@gmail.com.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi a identificação de parâmetros que definissem a precocidade sexual de novilhas da raça Nelore antes do início da estação de monta. Nenhuma novilha apresentou CL no dia da indução e apenas 24% delas apresentou CL no D0, portanto esse parâmetro não foi possível ser considerado neste estudo. A taxa de concepção das novilhas não variou em função do diâmetro do ovário, peso, ECC e CFA. No entanto, novilhas com presença de folículo dominante na indução e no D0 apresentaram maior taxa de concepção à primeira IATF. Não foi possível identificar um parâmetro único para definir precocidade sexual de novilhas Nelore. A CFA avaliada no momento da indução, quando as fêmeas ainda não estavam púberes, não foi relacionada com a prenhez precoce. Porém, conclui-se que a presença de folículo dominante superior a 6 mm na indução e/ou no D0 do protocolo de IATF é um critério complementar eficiente para identificar fêmeas precoces com maior habilidade de conceber à primeira IATF.

Palavras-chaves: Precocidade; reprodução; genética; novilhas; prenhez.

Abstract

The objective of this work was to identify parameters that define the sexual precocity of Nellore heifers before the beginning of the breeding season. No heifer had CL on the day of induction and only 24% of them had CL on D0, so this parameter could not be considered in this study. Heifer conception rate did not vary as a function of ovary diameter, weight, ECC and CFA. However, heifers with the presence of a dominant follicle at induction and on D0 had a higher conception rate at the first FTAI. It was not possible to identify a single parameter to define sexual precocity of Nellore heifers. The CFA assessed at the time of induction, when the females were not yet pubescent, was not related to early pregnancy. However, it is concluded that the presence of a dominant follicle greater than 6 mm in the induction and/or on D0 of the FTAI protocol is an efficient complementary criterion to identify precocious females with greater ability to conceive at the first FTAI.

Keywords: Precocity; reproduction; genetics; heifers; pregnan.

2.1. Introdução

A eficiência reprodutiva é determinante para se obter elevados índices de produtividade em gado de corte (SANTOS et al., 2021) e a idade ao primeiro parto é o parâmetro mais confiável na avaliação da fertilidade das novilhas (SÁ FILHO et al., 2011). Em geral, novilhas zebuínas têm alcançado a puberdade entre 22 e 36 meses de idade, o que reflete diretamente na idade ao primeiro parto (IPP), que varia de 34 a 35 meses nos rebanhos brasileiros (BOLIGON et al., 2007; ELER et al., 2010; AZEVEDO et al., 2006; DIAS et al., 2004). Em resposta à demanda por maior eficiência produtiva, a redução da idade ao primeiro parto (IPP) tem sido um dos parâmetros zootécnicos mais perseguidos, visto que pode gerar maior rentabilidade ao produtor, pois o ciclo de produção se torna mais curto, aumentando a eficiência dos recursos produtivos.

A puberdade das fêmeas bovinas é dada pela primeira ovulação, sendo este evento um indicativo de que as novilhas possuem potencial de se reproduzir (HAFEZ e HAFEZ, 2004). No entanto, a identificação do momento que a novilha entra em puberdade é muito difícil, pois fatores ambientais, comportamentais e fisiológicos estão envolvidos de maneira complexa. Fatores como nutrição, idade, raça e genética influenciam a puberdade, principalmente como reguladores da maturação do eixo hipotalâmico hipofisário ovariano (PERRY, 2016). A complexidade do momento da puberdade explica o motivo pelo qual a seleção de novilhas para reposição baseada apenas no peso corporal pode não ser a mais eficiente (SANTA CRUZ, CUSHMAN E VIÑOLES, 2018).

Atualmente a estratégia mais utilizada em rebanhos que fazem pressão de seleção de fêmeas precoces baseia-se no desafio de novilhas jovens com idade

entre 11 e 20 meses (por IA, IATF ou monta natural) à estação de monta, ao final da qual, seriam consideradas precoces as novilhas que apresentarem diagnóstico de gestação positivo e as demais classificadas como convencionais (VOZZI, 2008). No entanto, por motivos econômicos e de bem-estar animal, seria importante que as fêmeas precoces fossem identificadas antes de serem submetidas à estação de monta.

Entre as características ovarianas possíveis de se avaliar por ultrassonografia destaca-se a contagem folicular antral (CFA). A CFA tem se tornado foco de estudo considerando sua influência sobre o desempenho reprodutivo das fêmeas (IRELAND et al., 2008; IRELAND et al., 2011; PONTES et al., 2011; BARUSELLI et al., 2015; MOROTTI et al., 2015; MOROTTI et al., 2017). Onde uma maior probabilidade de concepção de novilhas e vacas nelore com menor CFA já foi demonstrada por outros grupos de pesquisa (BATISTA et al., 2014). No entanto, não é de nosso conhecimento que essa característica tenha sido avaliada anteriormente em novilhas Nelore desafiadas precocemente.

Desta forma, objetivo deste trabalho foi a identificação de parâmetros que definissem a precocidade sexual de novilhas da raça Nelore antes do início da estação de monta.

2.2. Material e métodos

O trabalho foi realizado de acordo com os princípios éticos da experimentação animal determinados pela Comissão de Ética em Uso de Animais da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul sob o nº 032/2018.

2.2.1. Localização e animais

O ensaio foi realizado durante as estações de monta 2018/2019 (propriedades 1, 2 e 3) e 2019/2020 (propriedade 1). O clima da região é tropical, com média anual de 27°C, apresentando dois períodos bem marcados, chuvas entre outubro e abril e seca de julho ao final de setembro.

Foram utilizadas 426 novilhas com idade entre 9,3 e 17,3 meses e peso entre 193 Kg e 370 Kg. O ECC médio foi de $3,01 \pm 0,5$, em uma escala de 1 a 5 (LOWMAN, SCOTT, SOMERVILLE, 1976). As novilhas ainda não haviam sido expostas ao touro, tratamento hormonal ou IA.

2.2.2. Caracterização das propriedades e sistema de manejo

Propriedade 1 (n = 246): localizada no município de Terenos-MS. As fêmeas foram mantidas sob sistema de pastejo com gramíneas do gênero *Brachiaria sp.* associada a mistura múltipla (18% PB), fornecido 0,8% do peso corporal/dia.

Previamente a estação de monta, com o objetivo de induzir a puberdade, as fêmeas receberam suplementação de 2,28 g/animal/dia de acetato de melegestrol (MGA®) Premix juntamente com a mistura múltipla, durante 12 dias. Ao cessar a suplementação com o MGA® Premix foi aplicado 1 mg de cipionato de estradiol (E.C.P.®, Zoetis, São Paulo, Brasil), intramuscular (IM).

Dezoito dias após o final da suplementação com MGA foi iniciado o protocolo de IATF (D0) com a introdução do implante intravaginal de progesterona (DIB®, Syntex AS, Argentina) e aplicação via IM de 2 mg de benzoato de estradiol (Gonadiol®, Syntex AS, Argentina). Após sete dias (D7) foi aplicado por via IM 25 mg de dinoprost trometamina (Lutalyse®, Zoetis, São Paulo, Brasil), e no

nono dia (D9) foi feita a retirada implante intravaginal de progesterona e realizadas aplicações, 1 mg de cipionato de estradiol (E.C.P[®], Zoetis, São Paulo, Brasil), 25 mg de dinoprost trometamina (Lutalyse[®], Zoetis, São Paulo, Brasil) e 300 UI de gonadotrofina coriônica equina (eCG) (Novormon[®], Syntex AS, Argentina), todos via intramuscular. Entre 48 e 54 h após a retirada do implante de progesterona (D11), foi realizada a IATF (Figura 1).

Propriedade 2 (n = 27), localizada no município de Anastácio-MS e propriedade 3 (n = 153), localizada no município de Corguinho-MS. Nessas duas propriedades as fêmeas foram mantidas sob sistema de pastejo em gramíneas do gênero *Brachiaria sp.* + suplementação mineral proteica (25% PB), sendo esse fornecido na quantidade de 0,1% do peso corporal/dia.

Antes do início da estação de monta, para preparar os animais para a entrada em reprodução, foi realizado o manejo de pré indução, com a administração via IM de 150 mg de progesterona (Sincrogest[®], Ourofino Saúde Animal, São Paulo, Brasil) e após 12 dias, 1 mg de ECP (E.C.P.[®] Zoetis, São Paulo, Brasil).

Após 18 dias iniciou-se o protocolo de IATF (D0) com a introdução do implante intravaginal de progesterona (Propriedade 2: DIB[®], Syntex AS, Argentina; Propriedade 3: Progestar[®], Inovare, São Paulo, Brasil) e aplicação intramuscular de 2 mg de benzoato de estradiol (Propriedade 2: Gonadiol[®], Syntex AS, Argentina; Propriedade 3: Estrogin[®], Biofarm, São Paulo, Brasil).

Após oito dias (D8) foi retirado o implante intravaginal de progesterona e realizadas aplicações de 25 mg de dinoprost trometamina (Lutalyse[®], Zoetis, São Paulo, Brasil), 1 mg de cipionato de estradiol (E.C.P[®], Zoetis, São Paulo, Brasil) e

300 UI de eCG (Novormon®, Syntex AS, Argentina), todos via IM. Entre 48 e 54 h após a retirada do implante de progesterona (D10), foi realizada a IATF (Figura 2).

Vale ressaltar que em todas as propriedades, os animais receberam água *ad libitum* e todas as vacinas exigidas no protocolo sanitário oficial.

2.2.3. Ultrassonografia dos ovários e contagem de folículos antrais (CFA)

As medidas morfométricas de ovários e de estruturas ovarianas foram realizadas por avaliação ultrassonográfica via transretal. Utilizou-se um equipamento de ultrassom acoplado a um transdutor linear de 7,5-MHz (SonoScape® A5 VET) para avaliação dos dois ovários de cada fêmea, para identificar a presença ou não de corpo lúteo (CL) e folículo dominante (FD). As imagens dessas estruturas foram armazenadas para posterior mensuração dos diâmetros com o auxílio do Programa imageJ (National Institutes of Health, NIH Bethesda). Para determinar a medida do diâmetro do FD (DFD), CL (DCL) e ovário (DO) utilizou-se o maior diâmetro observado nas imagens.

Este procedimento foi realizado em dois momentos antes do estímulo hormonal para a entrada em reprodução (D -30) e no dia do início do protocolo de IATF (D0). As medidas realizadas em D-30 foram DFD1, DCL1 e DO1. No D0 foram realizadas as mesmas medidas, porém estas foram denominadas como medida 2 (DFD2, DCL2 e DO2). Nos momentos das tomadas de imagens, registrou-se ainda o peso e o escore corporal identificados como PESO1, ECC1, PESO2 e ECC2.

A CFA foi realizada em todos os animais experimentais uma única vez, no D-30. Os folículos ≥ 3 mm de diâmetro em ambos os ovários foram contados para caracterizar a CFA. Para contar os folículos, através de ultrassonografia transretal,

o operador promoveu uma rotação lenta ao redor dos ovários de cerca de 180° garantindo que todos os folículos fossem contados uma só vez (CARDOSO et al., 2018).

2.2.4. Análise estatística

Os dados foram analisados separadamente, com os dados coletados no início do pré estímulo e no início da sincronização. Os dados coletados no pré estímulo e no início da sincronização foram analisados segundo um modelo que considerou os efeitos fixos lineares de peso, idade, ECC e CFA, além dos efeitos fixos da presença ou não de folículos dominantes e de corpos lúteos. Como não foram observados corpos lúteos nos dados do pré estímulo, este efeito foi retirado do modelo quando analisados os dados coletados neste momento. Em todos os modelos de análise, foram considerados ainda os efeitos aleatórios de mês da sincronização, fazenda, ano dentro de fazenda e de lote dentro de fazenda. Utilizou-se o PROCGLIMMIX do SAS University (Sas Institute Inc., Cary, CA, EUA) em todas as análises estatísticas. Adotou-se um nível de significância de 5%.

2.3. Resultados

Na primeira avaliação ultrassonográfica, foi possível observar que os animais não tiveram desenvolvimento expressivo no diâmetro de útero e ovário. Ainda na primeira avaliação foi possível verificar que 2% das novilhas apresentavam corpo lúteo, o que explica o fato dessa variável não estar descrita na tabela 1. No entanto, 68% delas apresentavam um folículo dominante superior a 6 mm. Essas características não variaram entre as propriedades avaliadas.

A taxa de concepção de novilhas Nelore que apresentavam FD foi superior àquelas que não o possuíam, tanto na ocasião da indução, como na sincronização da IATF (Tabela 1).

A incidência de CL no D0 foi de apenas 24% (Tabela 1).

A condição corporal das novilhas variou entre 2 e 4 no D - 30 e 2,5 e 4 no D0, no entanto em nenhuma das situações observou-se efeito significativo quando avaliada em relação à taxa de concepção ($P>0,05$).

A taxa de concepção das novilhas não variou em função do diâmetro do ovário, peso, ECC e CFA.

A taxa de concepção de novilhas estimuladas precocemente não variou quando o peso em D-30 era de 193 Kg e 370 Kg ($P>0,05$; Figura 3).

Ao início do pré estímulo novilhas tinham idade entre 279 (9,2 meses) e 519 dias (17 meses). As faixas de idade não influenciaram ($P>0,05$) sobre a taxa de concepção de novilhas Nelore (Figura 4).

A taxa de concepção das novilhas, não variou em função da CFA avaliada no D-30 ($P>0,15$. Figura 4).

2.4. Discussão

No presente estudo, cada propriedade uma das três propriedades avaliadas, apresentou suas particularidades em relação ao manejo nutricional, reprodutivo e protocolos hormonais utilizados para pré-indução do ciclo estral e IATF, fato considerado como relevante no teste de aplicabilidade à campo das características avaliadas. E mesmo com tais particularidades, não houve diferença estatística das variáveis analisadas entre as propriedades estudadas.

Verificamos que a única característica que apresentou relação positiva com a prenhez precoce, ou seja, após a primeira IATF da estação de monta foi a presença do folículo dominante (FD) no dia em que protocolo de indução foi iniciado (D-24) e no D0 do protocolo da IATF. Estudos anteriores (EVANS, CURRIE E RAWLINGS, 1992) demonstraram que a presença do folículo dominante está relacionada com a ovulação dos animais e consequentemente com a ciclicidade. No entanto, apesar da presença do FD indicar a maior probabilidade de as novilhas estarem púberes ou peripúberes, é uma estrutura cíclica e não pode ser utilizada como critério isolado para identificação de novilhas mais precoces, no entanto pode ser reconhecido como um parâmetro complementar importante.

A identificação de novilhas cíclicas pela visualização do CL, sem dúvida seria um excelente parâmetro para indicar precocidade. É indicado que as novilhas tradicionais apresentem ao início do protocolo de IATF, escore de trato reprodutivo entre 3 a 5 (ANDRESEN et al. ,1991), ou seja, apresentem bom tônus uterino, folículos palpáveis e presença ou não de corpo lúteo, sendo esta última estrutura a mais desejável, uma vez que, a mesma comprova que a fêmea se encontra púbere (VALE; RIBEIRO, 2005). No entanto, o CL também é uma estrutura cíclica, e, portanto, o fato de não o identificar em uma única avaliação não poderia ser um parâmetro excludente de animais precoces já que sua atividade no ovário é mais duradoura. Além disso, novilhas precoces raramente estão cíclicas antes do protocolo de estímulo pré IATF, em estudos descritos por Machado et al. (2008), os quais utilizaram diversas estratégias hormonais para produção de CL, não resultaram em aumento nas taxas de prenhez à IATF.

Acreditávamos na hipótese de que a CFA pudesse prever a precocidade sexual. A hipótese havia sido motivada, considerando estudos anteriores que demonstraram a relação positiva da CFA com a probabilidade de prenhez em novilhas e vacas zebuínas (CARDOSO et al., 2018). Considerando a alta repetibilidade da CFA (MORETTI, 2016; SILVA-SANTOS et al., 2014; BURNS et al., 2005, IRELAND et al., 2007; IRELAND et al., 2008), essa seria uma ferramenta muito útil para selecionar fêmeas precoces antes de submeter os animais à sincronização. Uma das possibilidades que podem justificar a controvérsia dos resultados do presente estudo com os de (CARDOSO et al., 2018), é o fato da avaliação da CFA ter sido realizada, no presente estudo, quando todas as novilhas quando ainda eram pré-púberes.

Comumente considera-se o peso mínimo de uma novilha Nelore para entrada em reprodução 270 Kg, ou seja, é necessário que a novilha alcance de 55 a 65% do peso corporal correspondente ao de uma fêmea adulta até o início da sua vida reprodutiva (HESS, 2002). Diferente do esperado, no presente estudo, não houve relação do peso com a puberdade precoce. É importante ressaltar que com o melhoramento genético focado na precocidade sexual, muitas novilhas precoces têm se tornado prenhes com idade e peso inferiores ao convencional e esse era o caso de duas das propriedades avaliadas neste estudo. Os critérios utilizados para seleção das novilhas para a estação de monta foram os critérios pré-estabelecidos pelos médicos veterinários das propriedades em questão, visto que eram rebanhos comerciais. Com base nisso, no presente estudo não foram utilizadas fêmeas com útero infantil ou com ECC inferior a 2. Em um estudo de De Moraes et al. (2019) foi demonstrado que vacas com ECC entre 2 e 2,9 e com menor CFA apresentavam

maior taxa de concepção. No presente estudo não foi observada variação da taxa de concepção em função do ECC. Mas considerando o conhecido efeito da nutrição sobre a reprodução aliado a alta demanda energética de novilhas precoces é importante não relativizar a necessidade de uma boa ECC para fêmeas que entram em reprodução, pois além de conceber é necessário ser capaz de manter a gestação, parir bem e conceber na próxima estação de monta.

2.5. Conclusões

Não foi possível identificar um parâmetro único para definir precocidade sexual de novilhas Nelore, visto que CFA avaliada no momento da indução, quando as fêmeas ainda não estavam púberes, não foi relacionado com a prenhez precoce. Porém, conclui-se que a presença de folículo dominante superior a 6 mm na indução e/ou no D0 do protocolo de IATF é um critério complementar eficiente para identificar fêmeas precoces com maior habilidade de conceber.

2.6. Referências bibliográficas

ANDERSEN, K.J.; LeFEVER, D.G.; BRINKS, J.S. et al. The use of reproductive tract scoring in beef heifers. **AgriPractice**, v. 12, p. 19-26, 1991.

AZEVEDO, D. M. M. et al. Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no Norte e Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n.3, p. 988-996, mai/jun. 2006.

BARUSELLI, P. S. et al. Relationship between follicle population, AMH concentration and fertility in cattle. **Animal Reproduction**, v. 12, n. 3, p. 487-497, set. 2015.

BATISTA, E. O. S. et al. Plasma antimullerian hormone as a predictor of ovarian antral follicular population in Bos indicus (Nelore) and Bos taurus (Holstein) heifers. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 49, n. 3, p. 448-452, jun, 2014.

BOLIGON, A. A., RORATO, P. R. N., ALBUQUERQUE, L. G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça nelore. **Revista Brasileira Zootecnia**. Viçosa, v.36, n.3, p.565-571, mai/jun. 2007.

BURNS, DAVID S. et al. Numbers of antral follicles during follicular waves in cattle: evidence for high variation among animals, very high repeatability in individuals, and an inverse association with serum follicle-stimulating hormone concentrations. **Biology of reproduction**, v. 73, n. 1, p. 54-62, 2005.

CARDOSO, C. et al. Neuroendocrine signaling pathways and the nutritional control of puberty in heifers. **Proceedings of the 10^a International Ruminant Reproduction Symposium**, v. 15, n. 1, p. 868-878, 2018.

DE MORAES, F. L. Z. et al. Relationships Between Antral Follicle Count, Body Condition, and Pregnancy Rates After timed-AI in Bos Indicus Cattle. **Theriogenology**, v. 136, n. 15, p. 10-14, set. 2019.

DIAS, L. T.; FARO, L. E.; ALBUQUERQUE, L. G. Efeito da idade de exposição de novilhas à reprodução sobre estimativas de herdabilidade da idade ao primeiro parto em bovinos Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 3, p. 370-373, jun. 2004.

ELER, J. P.; JÚNIOR, M. L. S.; FERRAZ, J. B. S. Seleção para precocidade sexual e produtividade da fêmea em bovinos de corte. **Revista EVS-Revista de Ciências Ambientais e Saúde**, Goiânia, v. 37, n. 5, p. 699-711, set/out. 2010.

EVANS, A. C. O.; CURRIE, W. D.; RAWLINGS, N. C. Effects of naloxone on circulating gonadotrophin concentrations in prepubertal heifers. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 96, p. 847-855, 1992.

HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. Reprodução animal (7ed). Manole: São Paulo. 2004. p. 319-329.

HESS, B. W. Estratégias para antecipar a puberdade em novilhas. Novos enfoques na produção e reprodução de bovinos, **Anais**, Uberlândia, MG p. 118 – 126, 2002.

IRELAND, J. J., WARD, F., JIMENEZ-KRASSEL, F., IRELAND, J. L. H., SMITH, G. W., LONERGAN, P., AND EVANS, A. C. O. (2007). Follicle numbers are highly repeatable within individual animals but are inversely correlated with FSH concentrations and the proportion of good-quality embryos after ovarian stimulation in cattle. **Hum. Reprod.** 22, 1687–1695.

IRELAND, J. L. H., SCHEETZ, D., JIMENEZ-KRASSE, F., THEMME, A. P. N., WARD, F., LONERGAN, P., SMITH, G. W., PEREZ, G. I., EVANS, A. C. O., AND IRELAND, J. J.

(2008). Antral follicle count reliably predicts number of morphologically healthy oocytes and follicles in ovaries of young adult cattle. **Biol. Reprod.** 79, 1219–1225.

IRELAND, J.J. et al. Does size matter in females? An overview of the impact of the high variation in the ovarian reserve on ovarian function and fertility, utility of anti-mullerian hormone as a diagnostic marker for fertility and causes of variation in the ovarian reserve in cattle. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 23, p. 1–14, dez. 2011.

LOWMAN BJ, SCOTT NA, SOMERVILLE SH, 1976: Condition scoring of cattle. **In: East Scotland College of Agriculture** (Bulletin 6) p. 1–31.

MACHADO R, BERGAMASCHI MACM, BARBOSA RT, MADUREIRA EH, ALENCAR MM, BINELLI M. Taxas de serviço, concepção e prenhez de vacas nelore tratadas com gonadotrofina coriônica humana e 17 β - estradiol após a inseminação artificial em tempo fixo. **Braz. J. vet. Res. anim. Sci**, v.45, n.3, p.221-230, 2008.

MORETTI, Rogério. **Influência da contagem de folículos antrais sobre as taxas de concepção e prenhez em vacas nelores (bos indicus) submetidas à sincronização da ovulação.** 2016.

MOROTTI, F. et al. Is the number of antral follicle an interesting selection criterium for fertility in cattle? **Animal Reproduction**, v. 12, n. 3, p. 479-486, set. 2015.

MOROTTI, F., SANTOS, G.M., JUNIOR, C.K., SILVA -SANTOS, K.C., ROSO, V.M., SENEDA, M.M., 2017. Correlation between phenotype, genotype and antral follicles beer heifers. **Theriogenology** 91, 21-26.

PERRY, G. A. Factors affecting puberty in replacement beef heifers. **Theriogenology**, p. 1-6, 2016.

PONTES, J. H. F. et al. Ovum pick up, in vitro embryo production, and pregnancy rates from a large-scale commercial program using Nelore Cattle *Bos indicus* donors.

Theriogenology, v. 75, p. 1640-1646, jun. 2011.

SÁ FILHO, M. F., BALDRIGHI, J. M., SALES, J. N. S., CREPALDI, G. A., CARVALHO, J. B. P., BÓ, G. A., & BARUSELLI, P. S. 2011. Induction of ovarian follicular wave emergence and ovulation in progestin-based timed artificial insemination protocols for *Bos indicus* cattle. **Animal Reproduction Science**, 129(3-4), 132-139.

SANTOS, Gustavo Martins Gomes *et al.* Importância dos índices reprodutivos e fundamentos do programa de IATF em sistemas de cria. **Rev Bras Reprod Anim**, Belo Horizonte, v. 45, n. 4, p. 210-218, 17 nov. 2021.

SANTA CRUZ, R., CUSHMAN, R. A. VIÑOLES, C., 2018. Antral follicular count is a tool that way allow the selection of more precocious Bradford heifers at weaning. **Theriogenology** 119, 35-42.

SILVA - SANTOS, KC et al. Comparação de populações de folículos ovarianos antrais e pré-antrais entre vacas *Bos indicus* e *Bos indicus-taurus* com contagem alta ou baixa de folículos antrais. **Reprodução em animais domésticos**, v. 49, n. 1, p. 48-51, 2014.

VALE, W. G.; RIBEIRO, H. F. L. Características reprodutivas dos bubalinos: puberdade, ciclo estral, involução uterina e atividade ovariana no pós-parto. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 29, n. 2, p. 63-73, 2005.

VOZZI PA. **Análise genético-quantitativa de características de precocidade sexual na raça Nelore**. Tese (Doutorado em contração em genética) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.

Anexos

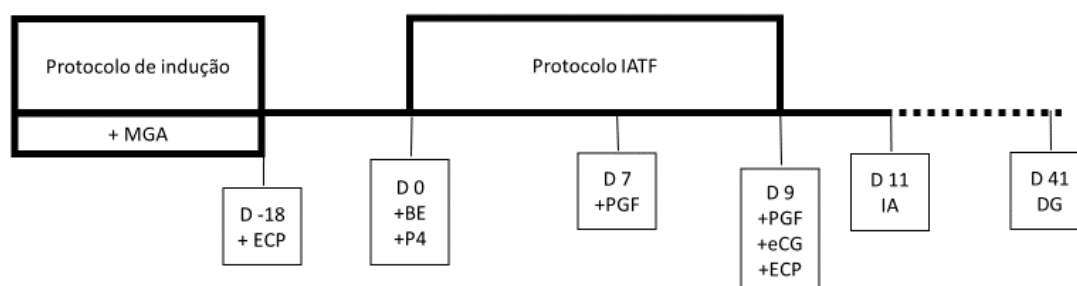


Figura 1. Design do manejo hormonal adotado pela propriedade 1.

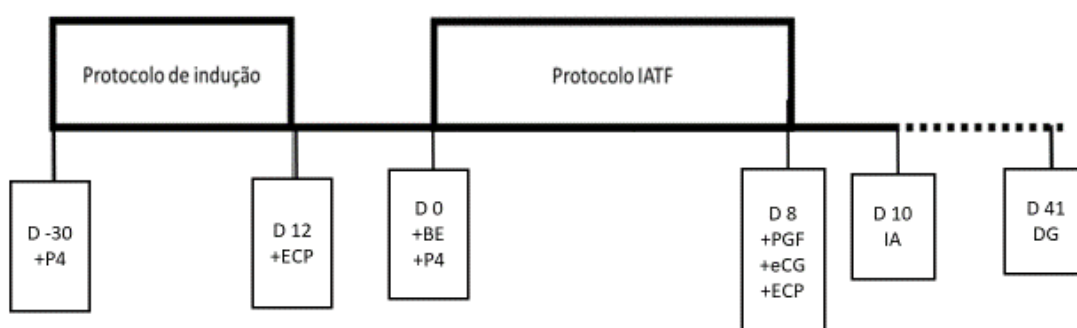


Figura 2. Design do manejo hormonal adotado pela propriedade 2 e 3.

Tabela 1. Taxa de concepção de novilhas Nelore com ou sem a presença de Folículo Dominante (> 6 mm) e Corpo Lúteo na indução (D-30) e primeiro dia do protocolo de IATF (D0).

		Folículo Dominante	Valor-P	Corpo Lúteo	Valor-P
D-30	Vazias	33,9 ± 10,6	0,026	-	-
	Prenhes	50,1 ± 10,9		-	
D0	Vazias	22,3 ± 8,83	0,015	26,7 ± 9,00	0,288
	Prenhes	40,5 ± 11,1		35,0 ± 11,7	

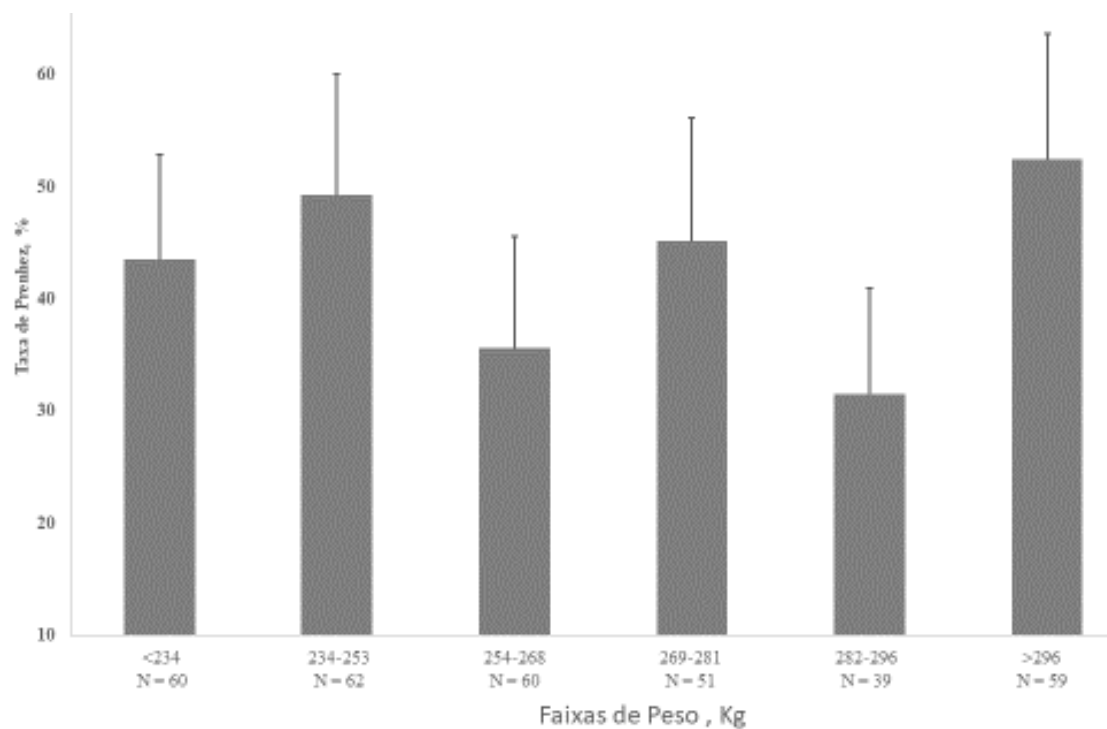


Figura 3. Taxa de concepção de novilhas Nelore precoces com diferentes faixas de pesos corporais ($P>0,15$) no D-30.

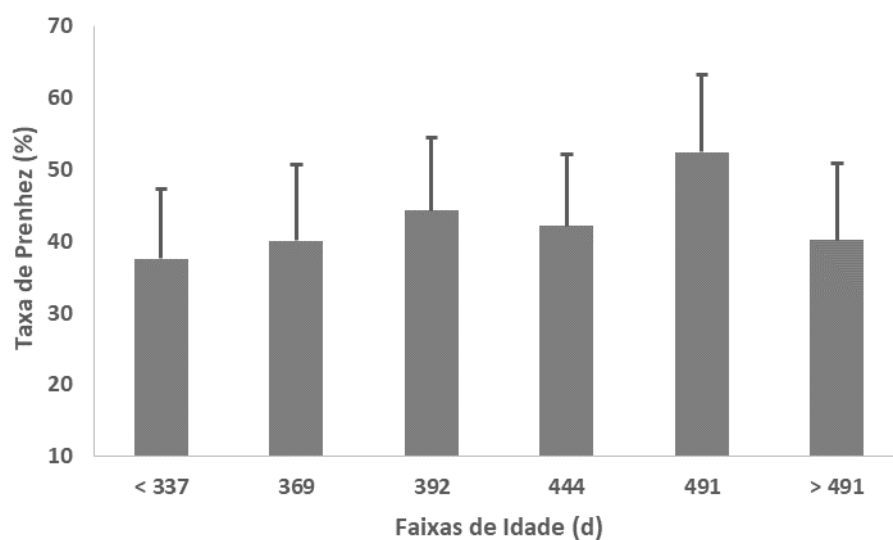


Figura 4. Taxa de concepção de novilhas Nelore com diferentes faixas de idade ($P>0,15$) no D -30.

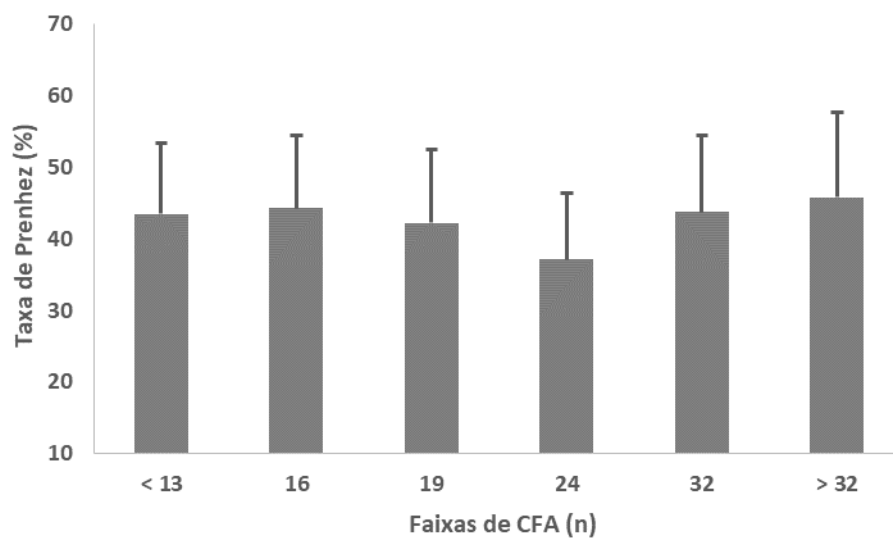


Figura 5. Taxa de concepção de novilhas Nelore com diferentes faixas de CFA ($P>0,15$) no D-30.