

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ASPECTOS ENDOCRINOLÓGICOS DOS PROTOCOLOS DE IATF EM VACAS DE
CORTE**

por

Julia Abud Lima

Porto Alegre, 2021/2.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ASPECTOS ENDOCRINOLÓGICOS DOS PROTOCOLOS DE IATF EM VACAS DE
CORTE**

Autor: Julia Abud Lima

Trabalho apresentado à Faculdade de Veterinária
como requisito parcial para obtenção da graduação
em Medicina Veterinária.

Orientador: Júlio Otávio Jardim Barcellos

Porto Alegre

2021/2

CIP - Catalogação na Publicação

Abud Lima, Julia
ASPECTOS ENDOCRINOLÓGICOS DOS PROTOCOLOS DE IATF EM
VACAS DE CORTE / Julia Abud Lima. -- 2022.
38 f.
Orientador: Júlio Otávio Jardim Barcellos.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Veterinária, Curso de Medicina Veterinária, Porto
Alegre, BR-RS, 2022.

1. reprodução animal. 2. endocrinologia da
reprodução. 3. bovinos de corte. 4. vacas de cria. I.
Jardim Barcellos, Júlio Otávio, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Júlio e Jociane, por terem me possibilitado vir a este plano cercada de amor incondicional, proporcionado a oportunidade de escolher o meu caminho, me apoiando em todas as etapas, sendo sempre meu porto seguro.

Ao meu irmão, Guilherme, por ter servido de exemplo para mim, abrindo caminhos para que eu seguisse e crescesse, sempre estendendo a mão para me auxiliar e por ser meu parceiro dividindo muitos momentos felizes;

Ao meu orientador, o professor Júlio Barcellos, por todas as oportunidades de aprendizado, crescimento profissional e pessoal, por ser esse profissional que inspira a todos que o cercam, nunca se negando a dividir o holofote com quem o acompanha, sou grata por todos estes anos de orientação, conselhos e amizade;

A todos amigos que fiz ao longo desta jornada, que levarei comigo para além da UFRGS, em especial minha irmã de alma, Adriana Spiering, por todos os momentos compartilhados juntas, com a certeza de que ainda teremos milhares para construir e recordar;

E a Deus, só por tudo.

RESUMO

Dentre as tecnologias que podem ser utilizadas para elevar as taxas reprodutivas em sistemas de cria, a inseminação artificial a tempo fixo (IATF) permite a sincronização do estro e da ovulação em bovinos sem a necessidade de observação do cio, favorecendo ao produtor uma otimização no manejo da propriedade, de concentrar as inseminações e os nascimentos em épocas programadas proporcionando uma uniformidade do produto na hora da venda. Também reduz o intervalo entre partos, além de possibilitar a aceleração do melhoramento genético do rebanho. Atualmente, existem diversos protocolos disponíveis no mercado com combinações de exógenos como progesterona, prostaglandina F_{2α}, GnRH e análogos de estrógenos. Para obter o sucesso da técnica, além da utilização correta, é fundamental estar aliado com um bom manejo nutricional, que pode ser mensurado pelo escore de condição corporal do rebanho. São descritas diferenças reprodutivas entre fêmeas das raças taurinas e zebuínas, novilhas *Bos taurus* atingem a puberdade ao redor dos 12 meses de idade, enquanto *Bos indicus* ao redor dos 24 meses; taurinas possuem diâmetro de folículos e corpo lúteo maior que zebuínas; taurinas possuem de 2 a 3 ondas foliculares ao longo do ciclo estral enquanto em zebuínas são 4. Vacas Angus apresentam maiores concentrações séricas de E2 e P4 que vacas Brahman. Em vacas Nelore com até 45 dias do período pós-parto, a associação de eCG com norgestomet aumenta as taxas de concepção. A eCG apresenta uma melhora nas condições ovarianas em anestro. Novilhas *Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus* tratadas com implante auricular de norgestomet associado ao valerato de estradiol (VE) no início do tratamento, após a sincronização têm uma menor taxa de ovulação e diâmetro do CL, comparado com aquelas tratadas com benzoato de estradiol (BE). Vacas lactantes no pós-parto apresentam boa eficiência quanto ao uso de progesterona com aumento significativo da taxa de concepção na inseminação artificial. Há a necessidade de realizar mais trabalhos avaliando o desempenho reprodutivo de animais *Bos taurus* e *Bos indicus* sob mesmas condições.

Palavras-chave: endocrinologia reprodutiva. bovinos de corte. reprodução animal

ABSTRACT

*Among those technologies that can be used to rise reproductive rates in cow-calf systems, fixed-time artificial insemination (FTAI) allows a synchronization of the heat and ovulation in cattle without need for observation, bringing forward an advantage to the producer as a way of optimizing handling at the farm, to concentrate inseminations and births in programs times, providing a consistency of the product at the time for sale. It also reduces the gap between births, and speeds up genetic gains in the herd. Currently, there are many protocols available commercially with combinations of exogenous such as progesterone, prostaglandin, GnRH, and estrogen analogs. For the technic succeed, besides correct use of it, it is fundamental a good nutritional approach, that can be measured by the body condition score. Reproductive differences are described between females of the breeds *Bos taurus* and *Bos indicus*. *B. taurus* gets into puberty around 12 months of age, as *B. indicus* around 24; *B. taurus* has follicle and corpus luteum diameter bigger than *B. indicus*. *taurus* has about 2-3 follicular waves, as *B. indicus* has 4. Angus cows has bigger blood concentrations of E2 and P4 than Brahman cows. In Nelore cows until 45 days after birth, association of eCG and norgestomet increases conception rates. eCG provides better conditions in anestrus ovaries. Heifers *Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus* treated by norgestomet auricular implant associated with estradiol valerate at the beginning, after synchronization have a lower ovulation rate and corpus luteum size compared to those with estradiol benzoate. Lactating cows at after birth show a good efficiency about the use of progesterone, with significant higher rates of conception at artificial insemination There is an open space to develop more evaluations on reproductive performance of *Bos taurus* and *Bos indicus* under same conditions.*

Keywords: reproductive endocrinology. animal reproduction, beef cattle

LISTA DE ILUSTRAÇÕES:

FIGURA 1 – Distribuição do Rebanho de Bovinos por Município do Brasil.....	13
FIGURA 2 - Percentagem de vacas prenhes inseminadas após observação de cio (IA convencional) ou após programa de IATF no primeiro dia da estação de monta (EM) associado a IA convencional em 45 dias de estação de monta.....	15
FIGURA 3 - Número de inseminações artificiais efetuadas de 2002 a 2021.....	16
FIGURA 4 - Etapas, estruturas ovarianas e endocrinologia do ciclo estral da vaca.....	19
FIGURA 5 - Efeitos da espessura de gordura de cobertura na idade à puberdade de novilhas de corte Braford.....	22
FIGURA 6 - Exemplos de protocolos de programas de sincronização de estro.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIEC: Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes

BE: Benzoato de estradiol

CL: Corpo lúteo

E2: Estradiol

ECG: Gonadotrofina coriônica equina

ECP: Cipionato de estradiol

FSH: Hormônio folículo estimulante.

GnRH: Hormônio liberador de gonadotrofina

IA: Inseminação artificial

IATF: Inseminação artificial a tempo fixo

IEP: Intervalo entre partos

IGF-I: Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1

LH: Hormônio luteinizante

MGA: Melengestrol acetate

P4: Progesterona

PGF2 α : Prostaglandina F2 α

VE: valerato de estradiol

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. CONTEXTUALIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE CRIA NO BRASIL.....	11
3. IMPACTO DA IATF NO BRASIL.....	14
4. FISIOLOGIA DO CICLO ESTRAL EM BOVINOS.....	17
4.1. Estro.....	17
4.2. Metaestro.....	18
4.3. Diestro.....	19
4.4. Proestro.....	19
4.5. Ondas foliculares.....	20
4.6. Mediação da nutrição.....	21
4.7. Efeito da raça.....	22
4.7.1. Taurinas x Zebuínas.....	20
4.7.2. Indução à puberdade em novilhas.....	24
5. SISTEMAS DE CONTROLE DO CICLO ESTRAL POR MEIO DE EXÓGENOS.....	26
6. PRINCIPAIS PROTOLOS DISPONÍVEIS.....	28
7. CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	34

1. Introdução

O rebanho bovino brasileiro é composto por aproximadamente 218 milhões de cabeças, segundo o censo do IBGE em 2020. Neste mesmo ano, o PIB do Brasil foi de R\$ 7,4 trilhões, uma queda de 4,1% em relação ao ano anterior, e apesar disso, o PIB referente à Pecuária neste período aumentou sua representatividade no PIB total, subindo de 8,4% para 10%, ressaltando a força da atividade na economia brasileira. (MAPA, 2021). A população bovina mundial concentra-se basicamente em 7 países, o maior rebanho do mundo em número de cabeças está na Índia, seguido do Brasil, Estados Unidos, China, União Europeia, Argentina e Austrália (USDA 2020).

Muito além da porteira, a pecuária de corte agrega vários elos dentro da sua cadeia de produção, e para alcançar um grau de excelência, é necessário um contínuo investimento em busca de novas tecnologias em nutrição, manejo, sanidade e genética. Este processo de desenvolvimento, vem mudando a visão de fazenda para empresa rural, preocupada não só em melhorar a rentabilidade da atividade, mas também na qualidade do produto brasileiro e, conseqüentemente, sua competitividade e abrangência de mercado Brasil a fora (Vicensotti, 2019). Porém, mesmo com melhorias nos índices de natalidade, redução da mortalidade, redução na idade para abate e melhoria nos índices de desfrute do rebanho, há ainda uma infinidade de oportunidades a serem exploradas.

A atividade de cria e sua eficiência econômica baseia-se na produção de bezerros, que ao serem desmamados e vendidos geram receita ao produtor. Para garantir a máxima eficiência reprodutiva e conseqüente aumento na rentabilidade, é imprescindível que o maior número possível de fêmeas fique gestante durante a estação de monta. O conhecimento de fatores que interferem no sucesso das técnicas de reprodução e a busca por ferramentas que possibilitem a melhoria nesses índices se faz indispensável. Neste contexto, a eficiência reprodutiva destaca-se como de grande importância, principalmente por concentrar a ocorrência das gestações nos momentos mais oportunos da estação reprodutiva.

Dentre as tecnologias que podem ser utilizadas para elevar as taxas reprodutivas, a inseminação artificial a tempo fixo (IATF) é uma que vem sendo cada vez mais difundida entre as propriedades e que apresenta numerosas vantagens em relação à monta natural e a IA (Meneghetti et al. 2008). Atualmente, a IATF abrange 85% das práticas de inseminação

artificial (IA) no Brasil, e esta tendência vem acontecendo também na Argentina e no Uruguay (Mapletoft et al, 2018).

Esta biotecnologia permite a sincronização do estro e da ovulação em bovinos sem a necessidade de observação do cio, favorecendo ao produtor uma otimização no manejo da propriedade, além de concentrar as inseminações e os nascimentos em épocas programadas proporcionando uma uniformidade do produto na hora da venda, também reduz o intervalo entre partos, portanto sendo uma ferramenta aliada ao melhoramento genético do rebanho. Os trabalhos científicos apontam que a IATF pode ser empregada mesmo em vacas em anestro superficial, antecipando a ovulação pós-parto e melhorando a eficiência reprodutiva do rebanho (Baruselli et al., 2002) A técnica permite a utilização do sêmen de touros geneticamente superiores, acelerando o ganho genético e resultando em bezerros mais produtivos que geram maior retorno econômico ao produtor. Além disso, a IA evita a transmissão de doenças venéreas e permite o melhor controle do rebanho, aumentando a uniformidade dos bezerros produzidos (Baruselli et al., 2019).

Atualmente, existem diversos protocolos de IATF com variações de hormônios, sendo que os mais utilizados são aqueles à base de estrógenos e progestágenos para sincronizar a onda folicular seguida do uso da prostaglandina no momento da remoção do progestágeno para permitir o término da fase luteínica de forma sincronizada e, posteriormente, faz-se a indução da ovulação utilizando GnRH ou análogos e os estrógenos e seus ésteres (Bó et al., 2003).

Dadas as multiplicidades raciais do rebanho brasileiro, algumas diferenças na fisiologia reprodutiva entre raças de bovinos de corte podem ser observadas. Pode ser citado o padrão de liberação do LH no período pós-parto, em que que zebuínos e taurinos apresentam diferenças nas concentrações plasmáticas de gonadotrofina. (Baruselli, 2008).

Embora inúmeros estudos tenham sido realizados com o uso de protocolos hormonais, ainda há muito espaço e necessidade de pesquisa para aumentar a eficiência, simplificação, e aplicação prática destes protocolos (Wiltbank, 2014). Portanto, neste trabalho se desenvolveu uma revisão para compreender a fisiologia reprodutiva em vacas de corte, com foco nas implicações no uso de protocolos de IATF sobre ela, apontando algumas diferenças reprodutivas entre raças taurinas e zebuínas, para atingir maior eficiência em seus respectivos rebanhos.

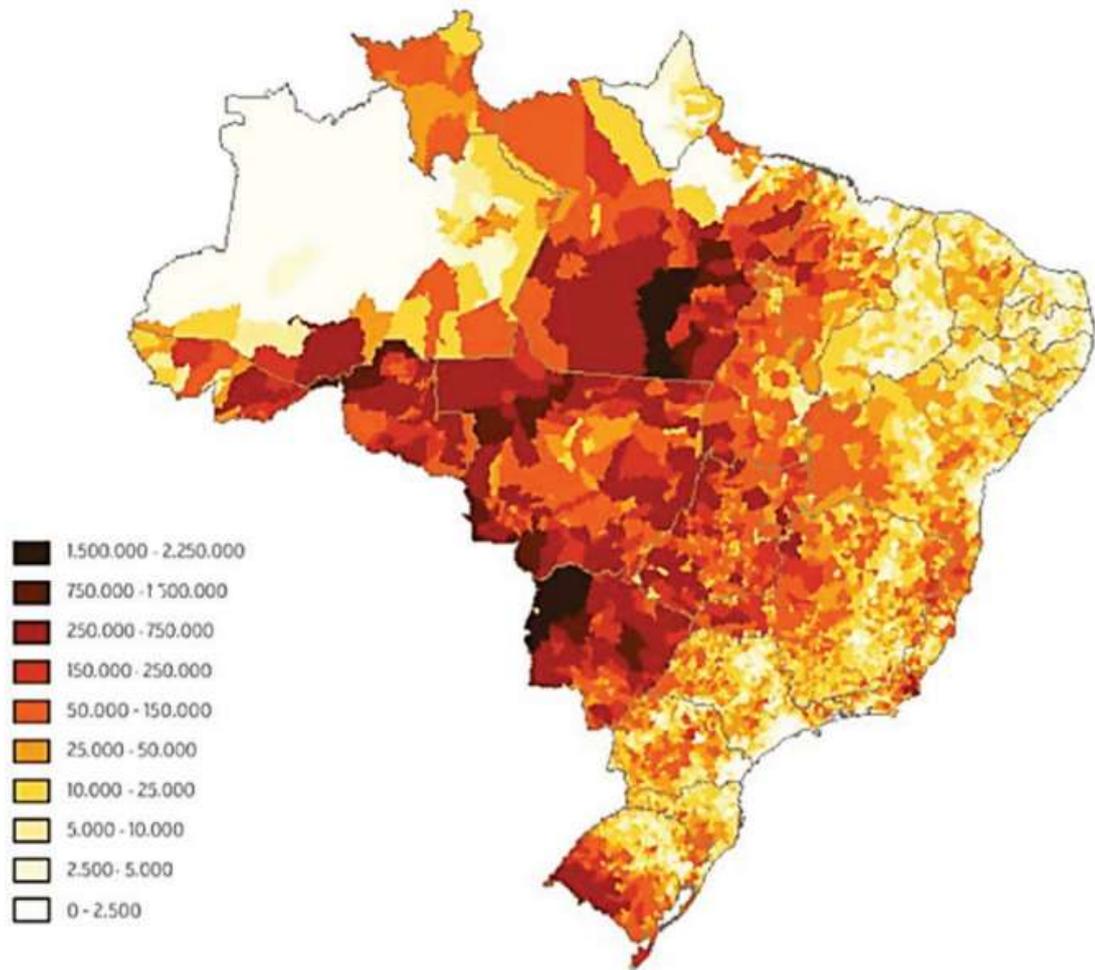
2. CONTEXTUALIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE CRIA NO BRASIL

Possuindo o maior rebanho comercial do mundo, o Brasil é responsável pela produção de 16,57% das 60.572 milhões de toneladas equivalente carcaça produzidas no mundo, conquistando o pódio de segundo maior produtor de carne, abaixo apenas pelos Estados Unidos, e destinando aproximadamente 74% da produção para abastecer o mercado interno (ABIEC, 2020). Embora ocupe o segundo lugar no quesito produção de carne bovina, o Brasil é o terceiro maior consumidor da mesma, conforme a divulgação da OECD/FAO (2020), consumindo 24,4 kg/hab/ano. O principal país foi a Argentina, apresentando 36 kg/hab/ano e em segundo lugar, os Estados Unidos, com um consumo de 26 kg/hab/ano. Na sequência estão Israel e Chile, consumindo, respectivamente, 24,1 e 21,8 kg/hab/ano.

Figura 1 - Distribuição do Rebanho de Bovinos por Município do Brasil em 2019. Fonte: ABIEC (2020).

A importância econômica que a pecuária traz, é uma reflexão do rápido crescimento populacional no mundo e da demanda por alimentos. Segundo previsões, a população mundial no ano de 2050 alcançará a marca de 9,8 bilhões de habitantes (FAO, 2017), a demanda alimentar será 70% maior que a atual, e o consumo de carne terá um acréscimo de 200 milhões de toneladas. Portanto, os desafios da pecuária neste cenário são de minimizar os custos de produção, otimizar o uso de matéria prima, insumos e espaço para obter o máximo de produtividade com retorno (Araújo *et al.*, 2012).

Em um país de dimensões continentais como o Brasil, existe diversidade em todas as áreas, inclusive de sistemas de produção de bovinos de corte (Figura 1). De fato, ainda existem produtores que praticam a atividade para subsistência fazendo uso de práticas muito simples, e por outro lado produtores que incorporaram vários níveis de incorporação de tecnologia até culminar em sistemas produtivos altamente modernos e tecnificados. A produção de bovinos de corte compreende as fases de cria, recria e engorda/terminação, que são desenvolvidas isoladamente ou conjuntas de forma a se complementarem.



A cria compreende o período de cobertura até o desmame e é composta por fêmeas em reprodução, de touros e fêmeas em recria para reposição. Os machos são vendidos após o desmame, em geral aos 6-9 meses de idade. Também são comercializadas bezerras desmamadas, novilhas, vacas e touros. Bezerras desmamadas e novilhas jovens (1-2 anos de idade) são vendidas tanto para reposição do plantel reprodutivo quanto para a engorda, as vacas e os touros descartados se destinam ao abate. Há também mercado de fêmeas jovens para uso como receptoras de embriões e alguns sistemas têm substituído total ou parcialmente o uso de touro pelo emprego de biotécnicas da reprodução, principalmente a inseminação artificial em tempo fixo.

Num sistema de cria, em que estão compreendidas as técnicas de manejo que envolvem desde a criação da bezerra, entrada na puberdade, o seu primeiro serviço, gestação, parição, lactação e um novo ciclo reprodutivo - o segundo acasalamento e assim sucessivamente, são exigidos constantes ajustes no manejo para compensar as limitações e adversidades de natureza ambiental, como os efeitos climáticos, ocorrência de enfermidades, escassez alimentar, entre outros fatores conjunturais de cada sistema. Essas considerações acabam se tornando ainda mais

relevantes porque a vaca é uma espécie de gestação simples, com capacidade de produzir a primeira progênie aos 24 meses, o peso do bezerro ao desmame atinge no máximo 50% do peso da mãe, tem um intervalo de partos de 300 dias e uma vida produtiva de 8 a 10 anos (Barcellos, et al. 2019).

Somando estes aspectos bem definidos, a vaca de cria é uma espécie de baixa produtividade pela ineficiência de transformação da energia do alimento em produto. Portanto, a sua produtividade num sistema de produção, diferentemente de outras criações, depende da fertilidade, da taxa de prenhez do rebanho e da qualidade do seu bezerro. Porém, a função reprodutiva é o fator determinante da eficiência, pois o número de bezerros produzidos durante a vida útil da vaca é mais importante que a qualidade deles. Isto é, o peso ao desmame tem um efeito de adição na economia do sistema, enquanto o número de bezerros tem um efeito multiplicativo.

Além disso, durante a evolução da espécie, ocorreu uma seleção por adaptação em que a função reprodutiva serve como um fator de equilíbrio e de perpetuação da espécie, manifestando-se somente quando todas as funções orgânicas são atendidas. Ou seja, a expressão máxima da fertilidade ocorrerá quando o indivíduo estiver com a sua condição nutricional de manutenção atendida, crescimento, formação de reservas corporais, saúde e adaptação ao ambiente. No entanto, nem sempre isto é realizável a campo, pois são fortes as implicações econômicas para o atendimento de todas as funções orgânicas da vaca sobre o resultado do sistema de produção, por isso, o que ocorre são ajustes constantes para atender às exigências pontuais da vaca, em cada etapa fisiológica de sua vida, para maximizar o uso dos recursos de produção (Barcellos, et al. 2019).

3. O IMPACTO DA IATF NO BRASIL

Os avanços tecnológicos desenvolvidos no âmbito da reprodução assistida ocorreram em quatro gerações, que consistem: em 1) inseminação artificial (IA) e congelamento de gametas e embriões; 2) superovulação e transferência de embriões; 3) fertilização in vitro e 4) clonagem. (Bertolini, M. & Bertolini, L.R. 2009). A IA, que faz parte da primeira geração, tem sido usada por mais de 200 anos. O seu uso, posteriormente, acarretou o desenvolvimento de programas de sincronização do estro, sem a necessidade de detecção de cio. No Brasil, a primeira inseminação foi realizada em 1940, porém, a técnica alcançou seu impulso comercialmente apenas a partir dos anos 70, quando surgiram as primeiras empresas especializadas no ramo. Entre 1991 e 2010, a utilização da técnica teve um crescimento de mais de 300% no País (Rocha, 2011). No período dos anos 70, com a disponibilidade da aquisição da prostaglandina F_{2α} e análogos, a técnica de sincronização começaram a auxiliar os produtores na IA dispensando a necessidade da observação do comportamento do estro, permitindo a inseminação das fêmeas em tempo-fixo (Figura 2), e até uso de meios para induzir a ciclicidade em animais em anestro (Baruselli, et al. 2019).

O mercado de inseminação artificial no Brasil cresce em ritmo acelerado nos últimos anos, em 2020 foram vendidas 23.670.906 doses de sêmen para o mercado interno, sendo que em que 89,8% (21.255.375 protocolos) foram para realização de IATF, representando um aumento de 29,7% em relação a 2019 (Baruselli, 2021). Porém, a taxa de prenhez média ainda é de 51,8% na primeira inseminação, podendo variar, e mesmo assim, em relação aos outros países o Brasil já é o maior mercado de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) do mundo.

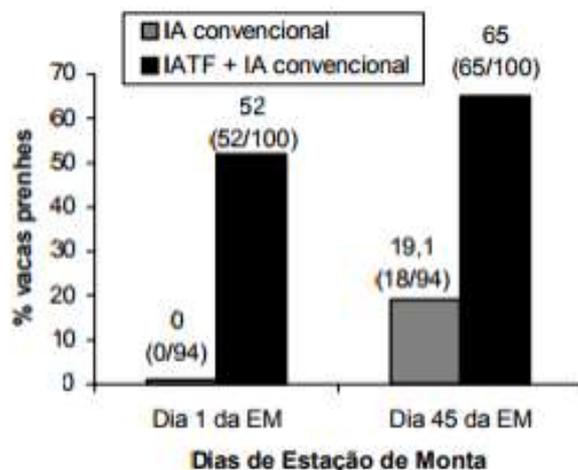


Figura 2. Percentagem de vacas prenhes inseminadas após observação de cio (IA convencional) ou após programa de IATF no primeiro dia da estação de monta (EM) associado a IA convencional em 45 dias de estação de monta. (Adaptado de Baruselli et al., 2002).

Já em 2021, verificou-se crescimento de 24,6% do mercado de IATF em relação ao ano anterior (Figura 3), 2020, tendo sido comercializados 26.480.025 protocolos, das quais, 93,3% destas inseminações foram realizadas por IATF, demonstrando a consolidação dessa tecnologia no mercado de inseminação artificial (Figura 3). Considerando o valor de comercialização de todos os fármacos que compõem um protocolo de sincronização para a IATF é possível prever o faturamento anual do setor. Em 2021, estima-se que o valor médio do protocolo foi de R\$ 23,00, projetando faturamento de R\$ 600 milhões com a venda de protocolos de IATF aos produtores brasileiros.

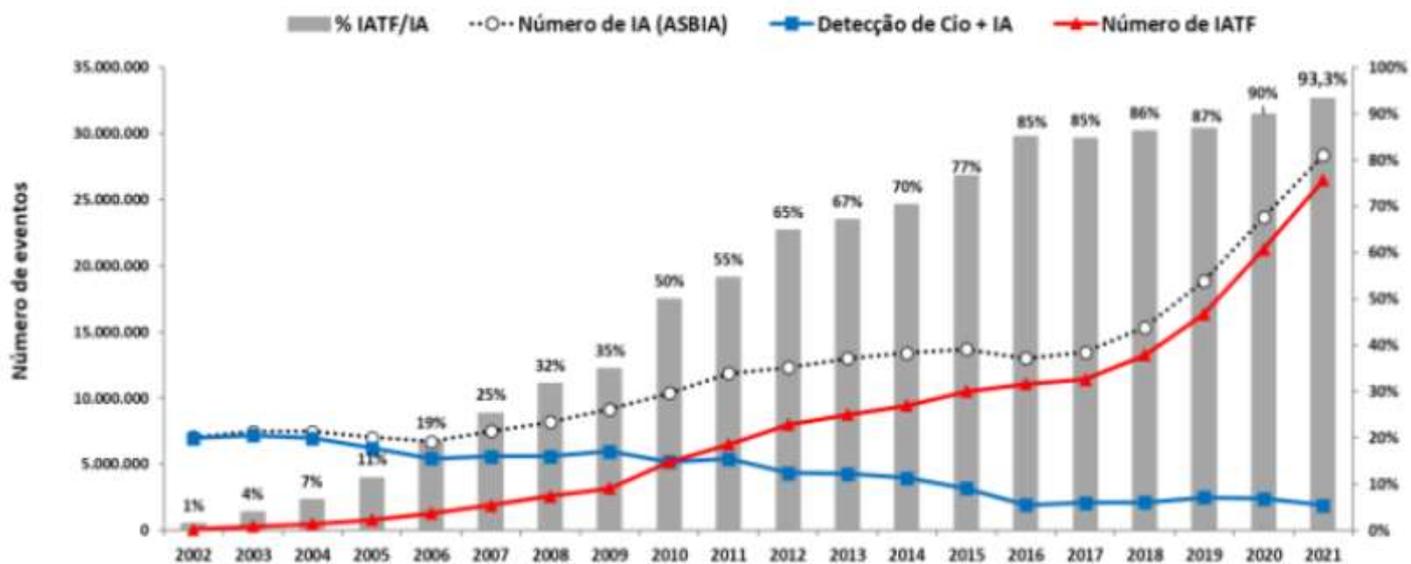


Figura 3. Número de inseminações artificiais efetuadas (IA; número doses de sêmen comercializado levando em consideração o Index ASBIA de 2002 a 2021, corrigido para 100% do mercado), número de IATF realizadas (informações disponibilizadas pela indústria de produtos farmacêuticos veterinários) e proporção de IATF em relação ao número de inseminações efetuadas no Brasil de 2002 a 2021. Fonte: Baruselli, 2022.

4. FISILOGIA DO CICLO ESTRAL EM BOVINOS

Com duração média de 21 dias em bovinos, o ciclo estral se divide em quatro fases: pró-estro (4 dias), estro (18-19h), metaestro e diestro (16 dias) (Figura 4). O pró-estro é caracterizado pelo crescimento folicular e pela regressão do corpo lúteo anterior, aumento de tamanho do útero, o endométrio torna-se congesto e edematoso e observa-se o aumento da atividade secretória de suas glândulas. Durante o pró-estro e estro, tem-se o crescimento folicular e estrógenos sendo os principais hormônios ovarianos produzidos. A fase folicular, também chamada de estrogênica, apresenta níveis de estrógeno e LH altos e progesterona baixa, já a fase luteínica apresenta a relação oposta.

4.1. Estro

O estro é caracterizado por ser o período de aceitação da monta. Há uma maior secreção parte das glândulas uterinas, cervicais e vaginais, e o epitélio vaginal e o endométrio tornam-se hiperêmicos e congestos. Ao contrário das demais espécies domésticas, a vaca não tem a ovulação neste período, e sim entre 10-11h após o término do estro, adentrando o metaestro. Nesta fase as concentrações de estrógeno se encontram muito elevadas, os picos de hormônio folículo estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH) também estão altos, enquanto a concentração de progesterona (P4) se encontra baixa. No ovário, observa-se a presença de um folículo pré ovulatório e ausência de corpo lúteo (CL) (Wathes et al, 2003).

4.2. Metaestro

O metaestro, fase marcada pela ovulação, dura da ovulação até o quinto dia do ciclo estral. Considerada uma fase progesterônica, pois após a ovulação as células da granulosa do folículo ovulado, dão lugar as células luteínicas se inicia a formação do corpo lúteo e produção de progesterona, as concentrações de estrógeno (E2) começam a decair (Senger, 2003). Nesta fase o corpo lúteo ainda não responde à prostaglandina (PGF2 α), devido à falta de receptores específicos para este hormônio (Moore & Thatcher, 2006).

4.3. Diestro

O diestro é caracterizado pela produção de progesterona pelo corpo lúteo, hipertrofia e hiperplasia das glândulas uterinas, a cérvix contraída e as secreções e a mucosa vaginal retomam às suas características normais (Spinosa et. al., 2017). Neste período em que o corpo lúteo está ativo e produzindo P4, é a maior fase do ciclo estral e dura aproximadamente 12 dias, nesta fase o CL é responsivo a $\text{PGF}_2\alpha$. O corpo lúteo é um órgão endócrino temporário que funciona durante a gestação para a manutenção de progesterona ou durante o diestro em animais ciclando. (González, 2002).

4.4. Proestro

O proestro é a fase em que ocorre a lise do CL e conseqüentemente queda na concentração de P4 e as taxas de E2 começam a subir, nesta fase ocorre a maturação folicular que dará origem ao folículo dominante. Esta fase tem duração de 3 a 5 dias (Ferreira, 2010).

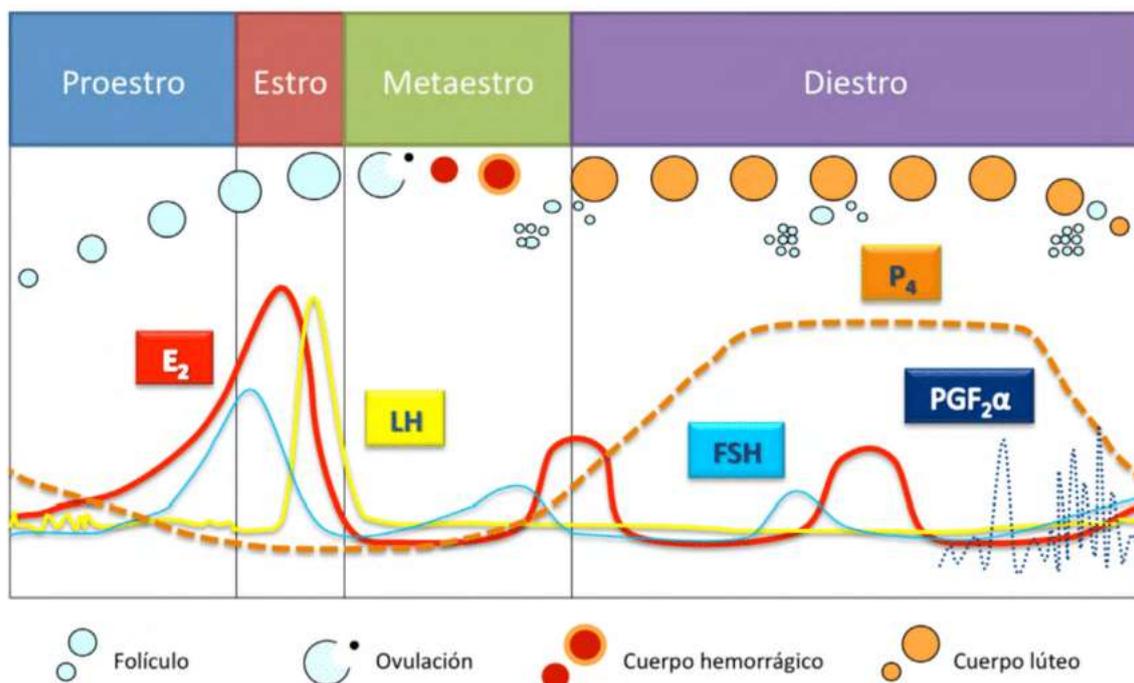


Figura 4: etapas, estruturas ovarianas e endocrinologia do ciclo estral da vaca. Fonte: Rangel, 2018.

4.5. Ondas foliculares

O desenvolvimento folicular em bovinos ocorre em padrões denominados ondas. Em cada onda folicular, ocorre o período de emergência folicular, que abrange aproximadamente 3 dias, em que um grupo de folículos pequenos é recrutado e passa por uma fase de desenvolvimento (Ginther *et al.*, 1996), respondendo ao estímulo do hormônio folículo estimulante (FSH). Após este período inicial, quando os folículos estão em uma fase de crescimento comum, ocorre uma ligeira queda nas concentrações do hormônio que será o ponto da diferenciação entre o folículo dominante e os demais (Lopes *et al.* 2005). O maior folículo tem em torno 8.5 mm de diâmetro no início da divergência entre os demais, os mecanismos que ocasionam isto, aparentemente estão associados com a receptores do hormônio luteinizante (LH) nas células da granulosa, aumento de estradiol circulante -17 β e a diminuição de FSH no plasma (Sartori *et al.* 2001). O folículo dominante adquire mais receptores de LH nas células da granulosa que os demais e muda a dependência de FSH para LH (Ginther *et al.*, 2001).

In vivo, de forma simultânea ao desenvolvimento folicular, os oócitos adquirem a competência meiótica durante sua fase de crescimento. No ambiente folicular, os oócitos são mantidos em estágio de vesícula germinativa até o momento em que ocorre o pico pré-ovulatório de gonadotrofinas, estimulando a maturação do oócito (Rodriguez e Farin, 2004). A interação e a regulação recíproca entre oócito e células foliculares são responsáveis pela criação de um microambiente único, capaz de oferecer todas as condições para a aquisição da competência e capacitação do oócito.

A liberação de LH é dada em pulsos pela hipófise, numa frequência ditada pelo crescimento do folículo dominante, além disso, tem uma relação inversa com a concentração circulante de progesterona (P4) (Taft *et al.*, 1996). A P4 continua sendo secretada ao longo do ciclo estral pelo corpo lúteo (CL) que ainda está ativo da ovulação anterior, então, entre os dias 17 e 20 do ciclo, o endométrio secreta a prostaglandina F2 α (PGF2 α), causando a regressão do CL. Após a luteólise, as concentrações sanguíneas de progesterona diminuem e ocorre aumento na frequência de pulsos de LH, estimulando a maturação do folículo dominante, a qual passa a secretar quantidades crescentes de 17 β -estradiol (Fortune *et al.*, 1988), estas condições

hormonais são responsáveis pelo comportamento característico do estro e pelo pico pré-ovulatório de hormônio liberador da gonadotrofina (GnRH)/LH. Este pico pré-ovulatório de LH promove uma ruptura da parede folicular, ocorrendo a ovulação na liberação do óvulo (Hafez, 1993). Ocorre um conjunto de transformações chamados de luteinização, em que as células da teca se modificam, originando as células luteínicas pequenas, enquanto as células da granulosa dão origem às células luteínicas grandes surgindo então o corpo lúteo, uma estrutura sólida, esférica e secretora de P4.

Se a fertilização não for obtida com sucesso, eventualmente o CL será destruído por apoptose, a chamada luteólise, permitindo a ocorrência de um novo ciclo estral. Os hormônios envolvidos neste processo são a ocitocina, produzida inicialmente no nível central e posteriormente pelo CL; e a $\text{PGF}2\alpha$, secretada pelo endométrio ao final do diestro; entre ambos os hormônios, será estabelecido um mecanismo de feedback positivo até que se complete a luteólise.

4.6. Mediação com a nutrição

A expressão plena do potencial reprodutivo só ocorre aliada à nutrição equilibra. A rentabilidade de propriedades de corte com sistemas de cria está inevitavelmente associada à capacidade das vacas de retomar à ciclicidade ovariana após parir e de conceber ao primeiro serviço. Sabe-se a probabilidade de prenhez precoce na estação reprodutiva está associada ao escore de condição corporal (ECC) ao parto e durante o puerpério (Richards et al., 1986). A avaliação do ECC em vacas no pós-parto é uma importante ferramenta para selecionar vacas com uma capacidade maior de conceber nos programas de IATF, visto que este indicativo está altamente associado ao desempenho reprodutivo (Ayres et al., 2009). Embora, o oposto também não seja indicado, visto que vacas obesas também podem apresentar desempenho reprodutivo abaixo do ideal (McCann; Reimers 1986). Portanto, um bom ECC gira em torno de 3,5 (numa escala de 1 a 5).

Apesar de subjetiva, a avaliação da condição corporal das fêmeas é uma ferramenta de muita utilidade no manejo reprodutivo, pois ela reflete o estado nutricional do rebanho, permitindo que, em ocasiões estratégicas, se façam correções no manejo nutricional possam a tempo, para que os animais atinjam as condições mínimas no momento desejado, visto que, vacas com bons índices de ECC ao parto retornam ao cio mais cedo e apresentam maiores índices de concepção. E justamente o pós-parto que acaba sendo período crítico pois é quando

ocorre desequilíbrio entre a necessidade e a ingestão de nutrientes e faz-se necessário procurar alternativas de alimentação, para suprir as demandas dos animais e não prolongar o anestro pós-parto. (Delazari et al., 2000). A deficiência nutricional altera todos os níveis reguladores da função reprodutiva (hipotálamo-hipófise-gônadas) pois há uma redução na liberação do GnRH (Chilliard et al. 1998)

Voltando o olhar para as novilhas, Barcellos et al. (2002) demonstraram que maiores níveis do fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-I) aos 60 dias antes da puberdade, como consequência de elevados ganhos de peso, resultam numa redução linear na idade à puberdade de novilhas Braford. Sabe-se que as funções dos receptores ovarianos para as gonadotrofinas são IGF-I dependente, portanto, enquanto a novilha não alcança um nível de somatotropina (STH)/IGF-I, característicos de determinado peso corporal, afinidade dos receptores foliculares com as gonadotrofinas. Ainda, foi demonstrada uma alta correlação entre a camada de gordura de cobertura e a idade à puberdade de novilhas de corte (Barcellos et al. 2001), à medida que as novilhas foram tornando-se mais gordas, ocorria uma redução na idade ao primeiro cio (Figura 5).

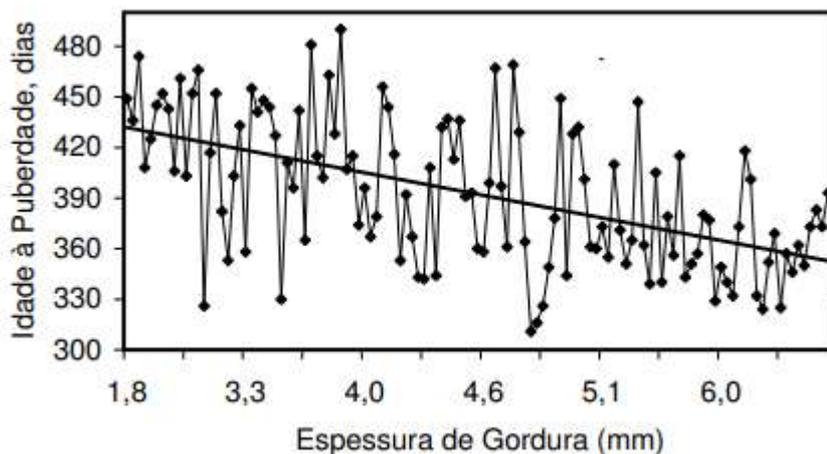


Figura 5. Efeitos da espessura de gordura de cobertura na idade à puberdade de novilhas de corte Braford (Fonte: Barcellos et al., 2001)

4.7. EFEITO DA RAÇA:

4.7.1. Taurinas x Zebuínas

Em razão da facilidade de adaptação ao clima tropical (adaptabilidade e rusticidade), da boa resistência aos endo e ectoparasitas e da estrutura física que lhe proporciona facilidade de locomoção, além de excelente habilidade materna (facilidade de parto e proteção da cria), os zebuínos (*Bos taurus indicus*) predominam em países do hemisfério sul (Santiago, 1985). Nesses genótipos, o ciclo estral compreende de 2 a 3 ondas foliculares, embora tenha sido reportado a ocorrência de ondas de 4 ciclos em raças *B. indicus* (Bó et al., 2003).

Existem algumas diferenças ligadas à fisiologia reprodutiva entre as raças *B. taurus* e *B. indicus*, como a tendência desta a ser mais sensível a hormônios esteroidais, entre outras diferenças que devem ser levadas em conta para tomar decisões relacionadas à reprodução e aos protocolos utilizados nestes animais. A nutrição, o anestro pós-parto e a idade de entrada à puberdade são fatores importantes no manejo de fêmeas *B. indicus*, que além apresentarem um período de estro menor (aproximadamente 11 horas), o que dificulta sua detecção e geralmente o expressa à noite. Além disso, o diâmetro máximo do folículo dominante e do CL é menor (Bó et al., 2003). Mizuta (2003), testou as diferenças na duração do estro em vacas das raças Nelore, Angus e mestiças Nelore x Angus, em condições brasileiras, a constatação foi de que o estro das vacas da raça Nelore ($12,9 \pm 2,9$ h) e o das mestiças Nelore x Angus ($12,4 \pm 3,34$ h) tinham cerca de quatro horas a menos de duração que o estro das vacas da raça Angus.

Do ponto de vista fisiológico, novilhas *Bos taurus* atingem a puberdade por volta dos 12 meses de idade, enquanto enquanto novilhas *Bos indicus* ao redor dos 24 meses (Ferrel, 1983). Já novilhas cruzadas *Bos taurus* x *Bos indicus* geralmente manifestam a puberdade em menor idade do que novilhas *Bos indicus*, porém mais velhas do que novilhas *Bos taurus*, por volta dos 16 meses.

Quanto à dinâmica folicular, estudos descrevem uma predominância de duas ondas em animais *Bos taurus* (Ginther et al., 1989), enquanto tenha sido reportada a ocorrência de ondas de 3 a 4 ciclos em raças *B. indicus* (Bó et al., 2003), e animais *Bos taurus* possuem menor contagem de folículos antrais em relação as fêmeas *Bos indicus* (Ginther et al., 1996). O diâmetro do maior folículo da seleção também é diferente entre as raças, sendo de 8 a 9 mm em animais taurinos (Ginther et al. 1996) e 5,5 a 6 mm em zebuínos (Ereno 2008), assim como o tamanho do folículo no momento da ovulação, que também é menor em fêmeas *Bos indicus* (11 a 12 mm) do que nas fêmeas *Bos taurus* (16 e 17 cm; Ginther et al. 1989). Além disso, os diâmetros do CL são maiores em *Bos taurus* (20-30 mm). do que para animais *Bos indicus* (17 a 21 mm)._ Comparando a dinâmica folicular de vacas múltíparas em lactação, Alvarez et al. (2000) descreve que 72% das vacas Angus e 55% das Brahman observadas tiveram duas ondas

foliculares durante o ciclo estral e já as vacas da raça Senepol observadas, 70% tiveram três ondas no seu ciclo. Segerson et al. (1984), complementa ao comparar as concentrações séricas de E2 e P4 em Angus e Brahman, tendo encontrado maiores concentrações em vacas da raça Angus. Ao sincronizar a ovulação de novilhas das raças Nelore e Angus, Carvalho et al. (2008) observou que as Nelore apresentaram $33,4 \pm 3,2$ folículos ao início da onda folicular, enquanto novilhas Angus tiveram $25,4 \pm 2,5$ folículos ($P = 0,09$).

Além disso, pode ser citado o padrão de liberação do LH no período pós-parto, em que que zebuínas e taurinas apresentam diferenças nas concentrações plasmáticas de gonadotrofina. Aos 40 dias pós-parto, vacas *Bos taurus* (Hereford Shorthorn) apresentam maior concentração plasmática de LH ($0,66 \pm 0,04$ ng/ml) do que vacas *Bos indicus* ($0,56 \pm 0,03$ ng/ml; Brahman). Essa diferença aumenta à medida que a análise se distancia do parto, e ainda, foi descrito que taurinas tiveram maior secreção pulsátil de LH e taxa de prenhez entre 50 e 120 dias após o parto que vacas zebuínas. Após o restabelecimento dos estoques hipofisários de LH, 15 a 30 dias de pós-parto os principais fatores que comprometem a ovulação são a condição nutricional e a amamentação (Baruselli, 2008). Inúmeros autores apontam diferenças fisiológicas em animais *Bos taurus*, *Bos indicus* e seus cruzamentos e salientam a escassez de trabalhos que comparem de fato o desenvolvimento e desempenho reprodutivo das raças sob as mesmas condições.

4.7.2. Indução à puberdade das novilhas:

A puberdade é definida como o momento em que ocorre a primeira ovulação e a fêmea adquire capacidade de reproduzir, ou seja, a novilha atinge a maturidade sexual quando desenvolve o ciclo estral com duração normal juntamente do desenvolvimento funcional do sistema genital. A idade à puberdade é um fator relevante na bovinocultura de corte, o seu atraso e conseqüentemente, o atraso no primeiro parto gera perdas econômicas, além disso, o esperado para se obter lucro na atividade de cria é um bezerro/vaca/ano (Barcellos, et al. 2019).

Do ponto de vista fisiológico, novilhas *Bos taurus* atingem a puberdade por volta dos 12 meses de idade, enquanto em novilhas *Bos indicus* a idade reportada à puberdade é ao redor dos 24 meses (FERREL, 1982). Novilhas cruzadas *Bos taurus* x *Bos indicus* geralmente manifestam a puberdade em menor idade do que novilhas *Bos indicus*, porém mais velhas do que novilhas *Bos taurus*, por volta dos 16 meses.

Em fêmeas *Bos taurus*, dos seis aos dez meses de idade, há um aumento na produção de estrógenos pelas gônadas, que anteriormente havia em baixa concentração, e ocorre uma inibição na liberação de gonadotrofinas (feedback negativo), marcando o início da fase estática, na qual as concentrações circulantes de LH permanecem baixas até a próxima fase. O estímulo necessário para a ocorrência da puberdade é o aumento da liberação de GnRH pelo hipotálamo, resultando em maior secreção de LH. Essas alterações ocorrem aproximadamente nos 50 dias que antecedem a puberdade, período denominado peripuberdade, para ocorrência da puberdade é necessária uma gradativa diminuição da sensibilidade hipotalâmica ao E2, elevando a liberação de LH, que estimula o crescimento folicular e a produção de estrógeno, causando uma secreção de pico de GnRH pelo hipotálamo, estimulando a hipófise à liberação do pico pré-ovulatório de LH, ovulação do folículo dominante e formação do corpo lúteo (Evans et al., 1994), além disso, pode haver a ocorrência de ciclo estral de curta duração após a primeira ovulação em novilhas, ou seja, o corpo lúteo sofre luteólise precocemente antes do décimo primeiro dia do ciclo estral.

A nutrição é outro fator que pode ser usado estrategicamente para antecipar a entrada à puberdade, já que bezerras submetidas a alto ganho de peso (1,36Kg/d) apresentam mais precocidade que bezerras submetidas a um baixo ganho (0,23Kg/d) (Yelich et al., 1996). O mecanismo responsável por desencadear a puberdade está associado com o uso de progestinas em novilhas pré-púberes, causando uma redução na quantidade de receptores de estradiol no hipotálamo, responsável por uma redução no feedback negativo do estradiol na liberação de GnRH, e aumento na liberação de LH. Anderson et al. (1996), ao avaliar este mecanismo, tratou pré-púberes com um implante auricular a base de norgestomet por 10 dias, que tiveram maior frequência de pulsos de LH e taxa de indução de puberdade em relação às novilhas controle.

O acetato de melengestrol (MGA), um progestágeno oral, pode ser utilizado por 8 dias para induzir a puberdade, dez dias após o fim do tratamento todas as novilhas que receberam MGA tornaram-se púberes (Imwalle et al. 1998). Além disso, dispositivos intravaginais de contendo 1,9g de P4 (CIDR) durante sete dias + benzoato de estradiol (BE) após 24h, também foram avaliados para induzir puberdade (Rasby et al. 1998), e tiveram maior proporção de estro quando comparadas às novilhas dos grupos com apenas P4 e controle. Claro Jr. et al. (2009) também avaliou o uso de dispositivo intravaginal contendo 1,9 g de P4 (CIDR), durante 12 dias para induzir puberdade em novilhas submetidas a observação de cio e IA por 45 dias e o resultado obtido aponta que tiveram maior taxa de detecção de estro quando comparadas às

novilhas controle, sendo que o diâmetro folicular, o escore uterino no momento da retirada do CIDR e concepção foram maiores para as novilhas tratadas com CIDR de 4º uso comparadas às novilhas tratadas com CIDR novo. Isto pode ser atribuído à menor concentração de P4 no CIDR de 4º uso, estimulando mais a o pulso de LH, maior crescimento folicular, maiores concentrações de E2 e escore uterino. Além disso, adicionando eCG e/ou cipionato de estradiol (ECP) ao final do protocolo de indução por 12 dias com CIDR de 4º uso, são aumentadas as taxas de indução e prenhez relação às novilhas tratadas apenas com CIDR (Rodrigues et al., 2014).

5. SISTEMAS DE CONTROLE DO CICLO ESTRAL POR MEIOS EXÓGENOS

Durante a fase luteínica do ciclo estral, o corpo lúteo atua como um bloqueador efetivo no gerador de pulsos, e assim, a frequência de pulsos é reduzida, as gonadotrofinas circulantes são mantidas em concentrações tônicas e as ondas dinâmicas necessárias para provocar a ovulação não ocorrem. Desta forma, existem dois métodos pelos quais o controle e a duração do ciclo podem ser manipulados: a utilização de um agente luteolítico para lisar o corpo lúteo do ciclo corrente ou a utilização de um progestógeno para criar uma fase luteínica artificial, a qual será seguida de ovulação logo após a eliminação da fonte exógena de progesterona. Estes métodos podem ser utilizados separadamente ou em combinação (Spinosa et al. 2017)).

Prostaglandina F2 α : o fármaco mais utilizado para sincronização do cio em vacas, responsável pela regressão do CL, possibilitando crescimento e ovulação de um novo folículo dominante, no entanto, o estro após o tratamento é distribuído ao longo de cinco dias (período refratário) e é influenciado, não apenas pela responsividade do corpo lúteo, mas também pelo estágio de desenvolvimento do folículo dominante (Kastelic e Ginther, 1991). Após 3 dias da administração de prostaglandina, a vaca entra no cio (tendo havido um CL funcional responsivo à PGF2 α).

Estradiol: Com o objetivo de diminuir o número de vezes que os animais são manejados na utilização de protocolos, é feita a administração de estradiol, em diferentes formulações como cipionato de estradiol ou benzoato de estradiol, desencadeando a ovulação do folículo dominando por estimular a liberação do LH (Barusseli et al. 2006).

Progesterona: A progesterona altera a função ovariana com a suspendendo a liberação do LH e conseqüentemente a ovulação. No organismo, o hormônio é responsável pela manutenção da gestação, e quando caem seus níveis em fêmeas gestantes, há o reestabelecimento do ciclo e a entrada em fase estrogênica, ocorrendo contrações da musculatura do útero e expulsão do feto (Spinosa et al. 2017). Se utiliza para sincronização do

ciclo estral em fêmeas não gestantes para a manifestação do cio após a redução do nível no sangue.

Hormônio liberador da gonadotrofina (GnRH): A regulação do ciclo estral está sob controle do eixo hipotálamo-adenohipófise-ovários (Spinosa et al. 2017). O hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) é produzido pelo hipotálamo, quando um impulso nervoso induz a liberação de GnRH, este fator hipotalâmico é transportado pelo sistema porta-hipotálamo-hipófise para as células secretoras da adeno-hipófise, estimulando assim a liberação de gonadotrofinas. O hipotálamo exerce seu controle mediante alterações cíclicas características no padrão da liberação de GnRH, que se refletem nos níveis circulantes de FSH, LH, estrógeno e progesterona.

Gonadotrofina coriônica equina (eCG): Glicoproteína presente no soro de éguas prenhes, o eCG é um fármaco de meia vida longa (até 3 dias), produzido nos cálices endometriais da égua prenhe e se liga aos receptores foliculares de FSH e de LH e aos receptores de LH do corpo lúteo (Stewart e Allen, 1981). O eCG promove o crescimento folicular e ovulação, portanto, desempenha função semelhante à de LH e FSH (Papkoff, 1981).

6. PRINCIPAIS PROTOCOLOS DISPONÍVEIS:

O progesterone-releasing intravaginal device (PRID), desenvolvido como implante para fêmeas contendo 1,55 mg de progesterona e 10 mg de benzoato de estradiol. Este implante é inserido na vagina onde deve permanecer por um período de 7-12 dias. O benzoato de estradiol é rapidamente absorvido através da parede vaginal para a circulação sistêmica, age como um agente luteolítico e previne a formação de folículos persistentes. A progesterona é liberada durante sua permanência, ou seja, até a remoção do dispositivo intravaginal. A remoção deste dispositivo intravaginal após 7 a 12 dias promove rápida queda da concentração plasmática de progesterona, simulando assim a luteólise natural. Consequentemente, a vaca deve apresentar estro em 48 a 72 h após a remoção. O PRID® contém progesterona natural e, assim, seus efeitos podem ser monitorados pela mensuração da concentração de progesterona no plasma sanguíneo ou no leite do animal. Atualmente existem outros dispositivos intravaginais de progesterona no mercado (CIDR® com 1,9 g de progesterona; Dib®, Cronipres®, Sincrogest®, Primer®, Fertilcare® com 1 g de progesterona cada). É administrado 2 mg de benzoato de estradiol pela via intramuscular no início do protocolo de sincronização com o intuito de evitar a formação de folículos persistentes. Essa dose de estradiol não é eficaz para com induzir eficientemente a luteólise, sendo recomendada a administração de PGF, juntamente com a retirada do dispositivo intravaginal de progesterona para induzir a luteólise de eventuais CL presentes. (Spinosa et al. 2017). O norgestomet (Syncromate B®, Crestar®) é um exemplo de análogo sintético de progesterona sob a forma de implante subcutâneo inserido na orelha de fêmeas bovinas por um período de 9 dias, durante o qual a progesterona é absorvida pela circulação sanguínea. Em vacas, simultaneamente ao emprego do implante utiliza-se o valerato estradiol-norgestomet nas doses de 5 mg de estradiol e 3 de norgestomet, pela via intramuscular. Após a retirada implante, o intervalo até o cio é de 24 a 52 horas.

O protocolo Ovsynch (Figura 6), descrito por Pursley et al. (1995), consiste na sincronização da ovulação em bovinos usando GnRH e PGF2 α . Inicia-se com a administração intramuscular de GnRH, estimulando uma nova onda folicular e ovulação dos folículos dominantes funcionais (> 10 mm) e 7 dias depois, a PGF2 α é injetada também por via intramuscular para haver a regressão de corpo lúteo (CL). Se há um CL resultante do estímulo inicial de GnRH, os 7 dias de intervalo devem ser suficientes para que o CL seja responsivo à PGF2. 48 horas depois, é administrada uma segunda injeção de GnRH para estimular a ovulação do novo folículo dominante, que no intervalo entre a primeira e a segunda dose, cresceu até um tamanho pré-ovulatório e já se encontra responsivo ao pico induzido do hormônio luteinizante (LH).

Protocolos que fazem a associação de estrógeno e progesterona, a secreção de FSH e LH é inibida, fazendo com que os folículos ovarianos entrem em atresia, independente do estágio do ciclo estral (BÓ et al., 2003; Mapletof et al., 2008). Assim que o E2 é metabolizado, encerra o efeito inibitório e o FSH é aumentado na circulação, seguido pela emergência de uma nova onda folicular (Martínez et al. 2005; Martínez et al. 2007). Ao final do protocolo de sincronização da ovulação, deve-se promover a luteólise com PGF e logo após induzir a ovulação. Uma dose baixa de estrógeno entre 0 e 24 horas após a retirada do implante de progesterona é suficiente para induzir o pico de LH sincronizado. Em estudo conduzido por Meneghetti et al., (2009), tanto o BE quanto o ECP foram eficientes em induzir a ovulação (90,9 % vs. 89,5%) sem alterar a prenhez (51,9% vs. 50,8%) no protocolo a base de E2+P4. Entretanto, considerando que a utilização do CE pode ser feita no momento da retirada do implante, este é o indutor de eleição, já que é necessário um manejo a menos.

O protocolo Co-Synch (Bridges et al., 2008) tem como base reduzir o tempo de inserção do dispositivo de progesterona para 5 dias, que tradicionalmente são em 7, evitando o desenvolvimento folículos persistentes em animais que respondem ao primeiro GnRH, e prolongando o tempo de proestro para 72 horas, permitindo um maior folículo dominante e maiores níveis de estrogênio circulante pré ovulação. E então, duas injeções de PGF são necessárias para a regressão do corpo luteo em animais que ovularam no primeiro GnRH.

Vacas no pós-parto foram avaliadas quanto à antecipação da concepção em relação ao primeiro parto da próxima estação de monta após tratamento com progestágenos. A média de dias necessária para a concepção na estação de monta de 90 dias foi de 57,6 \pm 18,3 dias para aqueles animais que não receberam nenhum tratamento hormonal, 18,3 \pm 25,8 dias para as vacas que receberam implantes intravaginais de P4 (CIDR), 28,3 \pm 28,8 dias para as vacas tratadas com

implante auricular de norgestomet (Crestar) e de $46,3 \pm 26,3$ dias para aquelas tratadas com GnRH + PGF2a + GnRH (Ovynch). Portanto, uma boa eficiência foi observada por Baruselli et al. (2002), quanto ao uso de progesterona e progestágenos em vacas lactantes criadas a pasto, resultando num aumento significativo da taxa de concepção na inseminação artificial.

As concentrações séricas de P4, durante a permanência do dispositivo intravaginal, permanecem mais elevadas em novilhas das raças Nelore do que em novilhas das raças Angus e cruzadas Nelore x Angus. Segundo Carvalho et al. (2008), essas elevadas concentrações de progesterona diminuem a pulsatilidade de LH, comprometendo o crescimento folicular e a ovulação e possivelmente, o resultado da IATF. Novilhas zebuínas apresentam taxas maiores de prenhez com o uso de implantes auriculares contendo norgestomet (Crestar®) do que com dispositivos intravaginais de P4 (CIDR®), além disso, quando os implantes auriculares são administrados em associação com ésteres de estradiol, proporcionam taxas de prenhez maiores em fêmeas de corte submetidas à IATF, quando os tratamentos foram iniciados a partir de 49 dias pós-parto (Barufi, 2002).

Novilhas *Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus* tratadas com implante auricular de norgestomet associado ao valerato de estradiol (VE) no início do tratamento, após a sincronização têm uma menor taxa de ovulação e diâmetro do CL, comparado com aquelas tratadas com benzoato de estradiol (BE) (Rodrigues et al. 2004). Além disso, junto do protocolo com implantes reutilizados de norgestomet foi associado ao BE no início do tratamento, a administração de 1,0 mg de BE (24 horas após a retirada dos implantes) promove um aumento na taxa de concepção, - 32,5% sem BE vs. 51,2% com BE (Moura; Marques; Baruselli, 2003).

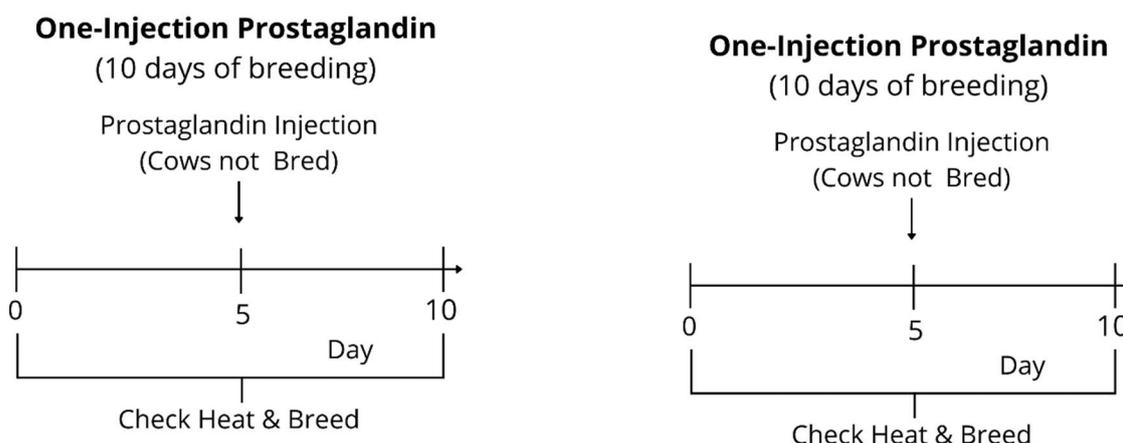
Buscando comparando as taxas de prenhez em vacas Nelore primíparas e multíparas, Almeida et al. (2006) as tratou com implantes auriculares contendo 3,0 mg de norgestomet, novos ou reutilizados, associados à administração de norgestomet (NG) e valerato de estradiol (VE) ou à progesterona (P4) e benzoato de estradiol (BE). As taxas de prenhez, comparando os protocolos NG+VE e P4+BE, foram de 49,5 e 47,5%, respectivamente; e, para primíparas e multíparas, corresponderam a 35 e 52,7%, respectivamente.

Em estudo com vacas da raça Nelore que passaram por avaliação (sem eCG e com eCG), observou-se que o grupo tratado com eCG no momento da retirada do dispositivo apresentou maior taxa de prenhez após a IATF (55,1 %), em comparação ao grupo controle (38,9 %). Foi constatado, ao avaliar a condição ovariana destes animais, que o efeito positivo da eCG

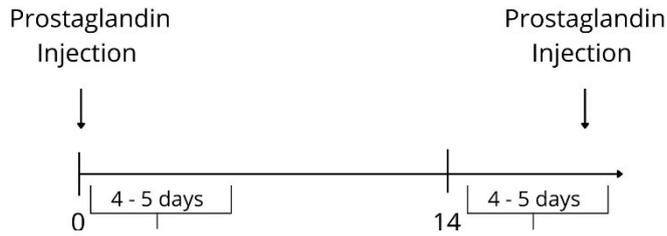
melhorou conforme o aumento do índice de anestro, porém, nos animais cíclicos com presença de corpo lúteo, não houve efeito positivo do tratamento com eCG (Baruselli et al., 2003).

Após o uso de eCG na retirada do implante auricular de norgestomet em vacas da raça Nelore, foi observado um aumento significativo na taxa de prenhez em relação àquelas que não foram tratadas com eCG (51,7% vs. 33,8%) Silva et al. (2004). Nesse mesmo experimento também foi observado aumento na taxa de concepção pela administração de GnRH no momento da IATF (48,0% vs. 37,6%). Baruselli et al. (2004) também observaram aumento na taxa de ovulação (76% vs. 50%) e nas concentrações plasmáticas de P4 ($4,31 \pm 0,56$ vs. $2,22 \pm 0,16$ mg/ml) em novilhas da raça Nelore após o tratamento com eCG. O aumento na taxa de concepção após o tratamento com eCG pode ser também devido ao incremento nas concentrações plasmáticas de progesterona.

A taxa de concepção à IATF em vacas de corte zebuínas e cruzadas, durante o pós-parto até 45 dia ou com mais de 45 dias, com aplicação de eCG ou BE no dia da retirada do implante com progestágeno, foi avaliada por Rossa et al. (2009). Os resultados obtidos constam que no período pós-parto <45 dias, os grupos controle, eCG e BE obtiveram taxas de concepção de 12,50, 47,22, e 15,38%, respectivamente, sendo os grupos tratados melhores que o controle, e o grupo eCG melhor que o grupo BE. No grupo >45 dias, os grupos controle, eCG e BE obtiveram taxas de concepção de 22,22, 41,93, e 44,44%, respectivamente, sendo os grupos tratados melhores que o controle e o grupo eCG semelhante ao grupo BE. A conclusão que se deu neste estudo foi que em vacas com até 45 dias do período pós-parto, a associação de eCG com norgestomet aumenta as taxas de concepção.

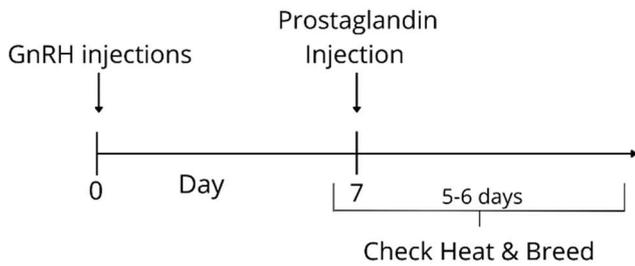


Two-Injection Prostaglandin

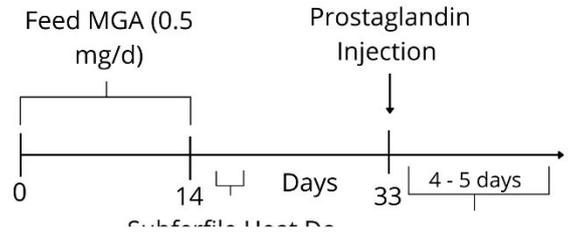


Select Synch

(GnRH and prostaglandin)

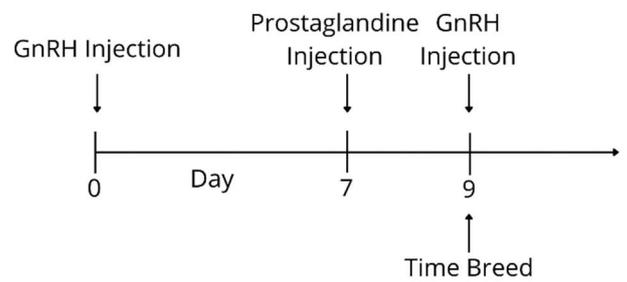


MGA and Prostaglandin



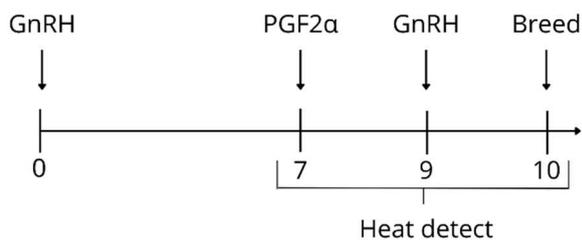
Co-Synch

(GnRH and prostaglandin)



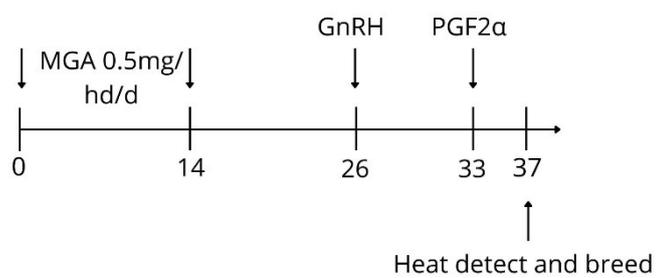
Ov - Synch

(GnRH and prostaglandin)



MGA Select

(MGA, GnRH and prostaglandin)



CO - Synch + CIDR

(MGA, GnRH and prostaglandin)

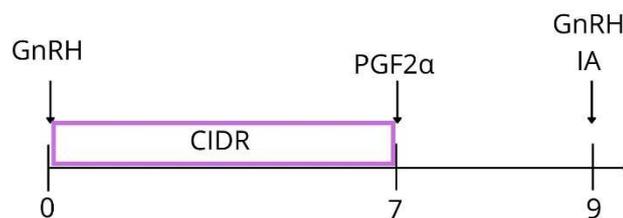


Figura 6 - Exemplos de protocolos de programas de sincronização de estro. Adaptado de Geary (1997).

7. CONCLUSÃO

A adoção da IA é responsável por inúmeras vantagens obtidas nos rebanhos bovinos, porém, a ineficiência na detecção do cio e o alto grau de anestro no período pós-parto são os principais fatores que comprometem a execução de programas para o emprego dessa biotecnologia. Dessa forma, a inseminação artificial em tempo fixo é uma alternativa para superar esses obstáculos, e por conta disso, existem diversos protocolos para sincronizar a ovulação com o objetivo de realizar a inseminação artificial em tempo fixo. A escolha de qual protocolo utilizar depende da avaliação técnica a respeito das condições dos animais a serem inseminados e das condições de manejo da propriedade. Quando a IATF é utilizada adequadamente, aproximadamente 50% das fêmeas sincronizadas emprenham com apenas uma inseminação realizada no período pós-parto recente e os animais que não conceberem nessa inseminação podem ser novamente sincronizados, ou colocados com touros para repasse.

Além disso, as vacas tratadas com progesterona/progestágenos que não se tornaram gestantes apresentam maior taxa de serviço (aumenta o número de vacas que manifestam cio) e de prenhez durante a estação de monta que vacas não tratadas, antecipando concepção e aumentando a eficiência reprodutiva do rebanho. Dessa forma, a inseminação artificial em tempo fixo é uma técnica que facilita o manejo e aumenta a eficiência da IA em bovinos de corte. Algumas diferenças entre a fisiologia reprodutiva de taurinas e zebuínas e as suas respostas à fármacos são conhecidas. Entretanto, diante das diferentes raças criadas no Brasil e necessidade de cruzamentos para atingir os melhores índices zootécnicos, em conjunto com a extensão continental do Brasil, são poucos os trabalhos que comparam os animais *Bos taurus* e *Bos indicus* nas mesmas condições para se obter resultados mais conclusivos. Sendo retratado um hiato de conhecimento a ser explorado.

REFERÊNCIAS:

- ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Beef Report - Perfil da Pecuária no Brasil**. 2020. Disponível em: <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>.
- ALMEIDA, A.B.; BERTAN, C.M.; ROSSA, L.A.F.; GASPAR, P.S.; BINELLI, M.; MADUREIRA, E.H. Avaliação da reutilização de implantes auriculares contendo norgestomet associados ao valerato ou ao benzoato de estradiol em vacas Nelore inseminadas em tempo fixo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.43, n.4, p.456-465, 2006.
- ARAÚJO, E.P.; LEITE, E.B.; ALBERTI, X.R.; POLIZER, B.L. Comparativo Financeiro Entre a Inseminação Artificial e a Monta Natural na Bovinocultura de Corte, na Fazenda Três Corações, em Alta Floresta – **MT. REFAF Revista Eletrônica**. v. 1, n. 1, pag. 23, 2012.
- ALVAREZ, P.; SPICER, L.J.; CHASE, C.C.; PAYTON, M.E.; HAMILTON, T.D.; STEWART, R.E.; HAMMOND, A.C.; OLSON, T.A.; WETTEMANN, R.P. Ovarian and endocrine characteristics during an estrous cycle in Angus, Brahman, and Senepol cows in a subtropical environment. **J Anim Sci**. v. 78, p. 1291-1302, 2000.
- ANDERSON L, MCDOWELL C., DAY M.L. Progesterin-induced puberty and secretion of luteinizing hormone in heifers. **Biol Reprod**; 54:1025-31. 1996
- AYRES, H.; TORRES-JÚNIOR, J.R.S.; PENTEADO, L.; SOUZA, A.H.; BARUSELLI, Efeito do momento da inseminação e do tratamento com GnRH na IATF sobre a taxa de concepção de vacas de corte lactantes sincronizadas com norgestomet e benzoato de estradiol. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.34, p.409, 2006.
- BARCELLOS, J.O.J.; OAIGEN, R.P.; LIMA, J.A. Apontamentos sobre manejo reprodutivo de bovinos de corte. In: BARCELLOS, J.O.J.; OLIVEIRA, T.E.; ROCHA, M.K.; LIMA, J.A.; FERNANDES, V.S. **Bovinocultura de corte: cadeira produtiva & sistemas de produção**. 2 ed. Guaíba: Agrolivros. 2019.
- BARCELLOS, J.O.J., PRATES, E.R., MÜHLBACH, P.R.F. et al. Efeito dos níveis de IGF-I na Idade à puberdade de novilhas Nelore-Hereford. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. Anais... Recife, UFRPE, 2002.
- BARCELLOS, J.O.J. Puberdade em novilhas Braford: desenvolvimento corporal e relações endócrinas. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001, 164p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Agronomia UFRGS, 2001.
- BARUFI, F.B.; MADUREIRA, E.H.; BARBUIO, J.P.; MIZUTA, K.; BINELLI, M.; ROSSA, L.A.F.; OLIVEIRA, C.A.; BARUSELLI, P.S. Sincronização do estro e da ovulação em bovinos de corte com Crestar, CIDR ou CIDR reutilizado, seguidos ou não pela administração de eCG. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.26, n.3, p.226-229, 2002.

BARUSELLI, P.S. IATF bate mais um recorde e supera 26 milhões de procedimentos em 2021 **Boletim Eletrônico do Departamento de Reprodução Animal/FMVZ/USP** Ed. 6. 2022.

BARUSELLI, P.S.; AYRES, H.; SOUZA, A.H.; MARTINS, C.M.; GIMENES, L.U.; TORRES-JÚNIOR, J.R.S. Impacto da IATF na Eficiência Reprodutiva em Bovinos de Corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL APLICADA, 2, 2006, Londrina. **Anais...** Londrina, 2006. p.103-136

BARUSELLI, P.S.; CATUSSI, B.L.C.; ABREU, L.A.; ELLIFF, F.M.; SILVA, L.G.; BATISTA, E.S.; CREPALDI, G.A. Evolução e perspectivas da inseminação artificial em bovinos. **Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA-2019)**; p. 308-314, Gramado, RS, 15 a 17 de maio de 2019.

BARUSELLI, P.S.; JACOMINI, J.O.; SALES, J.N.S.; CREPALDI, G.A. Importância do emprego da eCG em protocolos de sincronização para IA, TE e SOV em tempo fixo. **BIOTECNOLOGIA DA REPRODUÇÃO EM BOVINOS (30 SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL APLICADA)** p. 146-167, 2008.

BARUSELLI, P.S.; MADUREIRA, E.H.; MARQUES, M.O.; RODRIGUES, C.A.; NASSER, L.F.; SILVA, R.C.P.; REIS, E.L.; SÁ FILHO, M.F. Efeito do tratamento com eCG na taxa de concepção de vacas Nelore com diferentes escores de condição corporal inseminadas em tempo fixo (Análise Retrospectiva). **Acta Scientiae Veterinariae**, v.32,p.228, 2004.

BARUSELLI, P. S.; MARQUES, M. O.; CARVALHO, N. A. T.; MADUREIRA, E. H.; CAMPOS FILHO, E. P. Efeito de diferentes protocolos de inseminação artificial em tempo fixo na eficiência reprodutiva de vacas de corte lactantes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 26, n. 3, p. 218-221, 2002.

BARUSELLI, P. S.; MARQUES, M. O. Programas de sincronização da ovulação em gado de corte. In: **Anais do I Simpósio de Reprodução Bovina**. Porto Alegre, p.41-60, 2002.

BERTOLINI, M.; BERTOLINI, L.R. ADVANCES IN REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES IN CATTLE: FROM ARTIFICIAL INSEMINATION TO CLONING. **Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia**, vol. 56, núm. III, pp. 184-194. 2009.

BÓ, G.A.; BARUSELLI, P.S.; MATINEZ, M.F. Pattern and Manipulation of Follicular Development in *Bos indicus* Cattle. **Animal Reproduction Science**, v.78, p.307-326, 2003.

BRIDGES, G.A.; HELSER, L.A.; GRUM, D.E.; MUSSARD, M.L.; GLASSER, C.L.; DAY, M.L.. Decreasing the interval between GnRH and PGF2 α from 7 to 5 days and lengthening proestrus increases timed-AI pregnancy rates in beef cows. **Theriogenology**, 69:843-851. 2008.

CARVALHO, J.B.; CARVALHO, N.A., REIS, E.L., NICHI, M., SOUZA, A.H., BARUSELLI, P.S. Effect 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. 167-175, 2008.

CHILLIARD Y, BOCQUIER F, DOREAU M (1998). Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction. **Reproduction Nutrition Development**, 38: 131-152.

CLARO JUNIOR I, Peres R. F. G., Aono F. H., Day M. L., Vasconcelos J. L. M. Reproductive performance of prepubertal *Bos indicus* heifers after progesterone-based treatments. **Theriogenology**. v. 74, p. 903-11, 2010.

DELAZARI JA, FONSECA FA, QUEIROZ AC, PEREIRA JC, CECON PR (2000). Desempenho reprodutivo, concentrações de progesterona e metabólitos lipídicos no pós-parto de vacas mestiças H/Z, submetidas a uma dieta hiperlipidêmica. **Rev. Bras. Zootec.**, 29(2): 413-420.

ERENO R.L. Expressão gênica das isoformas do receptor do hormônio luteinizante (LHR) em células da granulosa, antes, durante e após o desvio folicular em novilhas. São Paulo, 2008. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP, Brasil, 2008.

EVANS, A.C.O.; 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, p. 187 – 194, 1994.

FERREIRA, A.M. Reprodução da Fêmea Bovina: Fisiologia Aplicada e Problemas mais comuns (causas e tratamentos) / Ademir de Moraes Ferreira – Juiz de Fora, MG: Edição do Autor, 2010. pag. 422.

FERREL, C.L. Effects of post-weaning rate of gain on onset of puberty and productive performance of heifers of different breeds. **Journal of Animal Science**. 55:1272 - 1283. 1982.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos. 2017. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/>.

FORTUNE, J. E.; SIROIS J.; QUIRK, S. M. The growth and differentiation of ovarian follicular during the bovine estrous cycle. **Theriogenology**, v. 29, p. 95-109, 1988.

GINTHER, O.J.; BERGFELT, D.R.; BEG, M.A.; KOT, K. Follicle selection in cattle: relationships among growth rate, diameter ranking, and capacity for dominance. **Biol Reprod**, 65:345-350. 2001.

GINTHER, O.J.; KASTELIC, J.P.; KNOPF, L. Intraovarian relationships among dominant and subordinate follicles and the corpus luteum in heifers. **Theriogenology**. v. 32, p. 787-95, 1989.

GINTHER, O. J. Selection of the dominant follicle in cattle. **Biology of Reproduction**, v. 55, p. 1187-1994, 1996.

GONZÁLEZ, F.H.D. Introdução a Endocrinologia Reprodutiva Veterinária. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 83 p.

HAFEZ, E.S.E. **Reproduction Farm Animal**. 6 ed. Philadelphia: Lea & Febiger, P. 573.1993.

HANSEL, W., BLAIR, R.M. Bovine corpus luteum: a historic overview and implications for future research. **Theriogenology**, v.45, p.1267-1294, 1996.

KASTELIC, J.P.; GINTHER, O.J. Factors affecting the origin of the ovulatory follicle in heifers withinduced luteolysis. **Anim. Reprod. Sci**. 26, p.13-24, 1991

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.

LOPEZ, H.; SARTORI, R.; WILTBANK, M.C., Reproductive Hormones and Follicular Growth During Development of One or Multiple Dominant Follicles in Cattle, **Biology of Reproduction**, Volume 72, Issue 4, 1 April 2005, Pages 788 795, <https://doi.org/10.1095/biolreprod.104.035493>MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Indicadores gerais Agrostat, 2021. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>.

MAPLETOFT, R.; BÓ, G.; ADAMS, G. Techniques for synchronization of follicular wave emergence and ovulation: Past, present and future. In: 3º Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada, pp. 15-25, Londrina, Paraná, Brasil, 2008.

MAPLETOFT, R.J.; BÓ, G.A.; BARUSELLI, P.S.; MENCHACA, A.; SARTORI, R. Evolution of knowledge on ovarian physiology and its contribution to the widespread application of reproductive biotechnologies in South American cattle. **Anim. Reprod.**, v.15, (Suppl.1), p.1003-1014. DOI: 10.21451/1984-3143-AR2018-0007. 2018.

- MARTÍNEZ, M.F., KASTELIC, J.P., BÓ, G.A., CACCIA M., MAPLETOFT, R.J. Effects of oestradiol and some of its esters on gonadotrophin release and ovarian follicular dynamics in CIDR-treated beef cattle. **Anim Reprod Sci.** v. 86, p. 37-52, 2005.
- MARTÍNEZ, M.F., KASTELIC, J.P., COLAZO, M.G., MAPLETOFT, R.J. Effects of estradiol on gonadotrophin release, estrus and ovulation in CIDR-treated beef cattle. **Domest Anim Endocrinol.** v. 33, p. 77-90, 2007
- MCCANN, J. P.; REIMERS, T. J. Effects of obesity on insulin and glucose metabolism in cyclic heifers. **Journal of Animal Science**, v. 62, n. 3, p. 772–782, Mar. 1986.
- MENEGHETTI, M. et al. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cattle: I. Basis for development of protocols. **Theriogenology.** v. 72, p. 179 – 189, 2009
- MENEGHETTI, M.; VASCONCELOS, J.L.M.; Calving date, body condition score, and response to a timed artificial insemination protocol in first-calving beef cows. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.60, n.4, p.786-793, 2008
- MIZUTA, K. Estudo comparativo dos aspectos comportamentais do estro e dos teores plasmáticos de LH, FSH, progesterona e estradiol que precedem a ovulação em fêmeas bovinas Nelore (*Bos taurus indicus*), Angus (*Bos taurus taurus*) e Nelore-Angus (*Bos taurus indicus* (*Bos taurus taurus*)). 2003.98 f. Tese (Doutorado em Reprodução Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- MONTEIRO, B.M.; VIANA, R.B. Estado da arte da inseminação artificial em tempo fixo em gado de corte no Brasil **Rev. Ci. Agra.**, v.54, n.1, p.89-97, Jan/Abr 2011. doi:10.4322/rca.2011.043
- MOORE, K.; THATCHER, W.W. Major advances associated with reproduction in dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, v. 89, pag. 1254-1266, 2006.
- MOURA, M.T.; MARQUES, M.O.; BARUSELLI, P.S. Efeito do benzoato de estradiol na sincronização com CRESTAR e eCG para inseminação artificial em tempo fixo em vacas de corte lactantes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.27, n.3,p.432-434, 2003.
- OECD/FAO - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico “OECD-FAO Agricultural Outlook”, **Meat Consumption**, 2020. Disponível em: <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm>.
- PAPKOFF, H. Variations in the properties of equine chorionic gonadotropin.: **Theriogenology.** v. 15, p. 1-11, 1981.
- PURSLEY, J.R.; MO, M.; WILTBANK, M.C.; Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF_{2α} and GnRH. **Theriogenology** 1995; 44:915–92.
- RANGEL, L. Ciclo estral. In. PORTA, L. R.; MEDRANO, J. H. H. Fisiología reproductiva de los animales domésticos. Cidade do México: FMVZ-UNAM, 2018.
- RASBY, R. J., DAY, M. L., JOHNSON, S. K., KINDER, J. E., LYNCH, J. M., SHORT, R. E., WETTEMANN, R. P., HAFS, H. D. Luteal function and estrus in peripubertal beef heifers treated with an intravaginal progesterone releasing device with or without a subsequent injection of estradiol. **Theriogenology**, v. 50, p. 55 - 63, 1998.
- RICHARDS, M. W.; SPITZER, J. C.; WARNER, M. B. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 62, n. 2, p. 300–306, Feb. 1986.
- ROCHA, C.; MENEGHETTI, M.; SANDOVAL, G.A.F.; RIBEIRO, C. IATF, um mercado em expansão. Mato Grosso. 2011. <<http://boiapasto.com.br/2011/iatf-um-mercado-em-expansao/>>
- RODRIGUES, A.D.P., PERES, R.F.G., LEMES, A.L., MARTINS, T., PEREIRA, M.H.C., CARVALHO, E.R., DAY, M.L., VASCONCELOS, J.L.M. Effect of interval from induction of puberty

to initiation of a timed AI protocol on pregnancy rate in Nelore heifers. **Theriogenology**. v. 82, p. 760-766, 2014.

RODRIGUES, C.A.; AYRES, H.; REIS, E.L.; MA-DUREIRA, E.H.; BARUSELLI, P.S. Aumento dataxa de prenhez em vacas Nelore inseminadas em tempo fixo com uso de eCG em diferentes períodos pós-parto. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.32, p.220, 2004.

RODRIGUEZ, K.F.; FARIN, C.E. Gene transcription and regulation of oocyte maturation. **Reprod Fertil Dev**, v.16, p.55-67, 2004.

ROSSA, L.A.F.; BERTAN, C.M.; ALMEIDA, A.B.; GASPAR, P.S.; MAZZA, P.H.; BINELLI, M.; BARUSELLI, P.S.; MADUREIRA, E.H. Efeito do eCG ou benzoato de estradiol associado ao norgestomet na taxa de concepção de vacas de corte submetidas à IATF no pós-parto. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.46, n.3, p.199-206, 2009.

SANTIAGO, A.A. **O Zebu na Índia, no Brasil e no mundo** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1985, 706p.

SARTORI, R.; M. FRICKE, P.M.; C.P. FERREIRA, J.C.P.; GINTHER, O.J.; WILTBANK, M.C. , Follicular Deviation and Acquisition of Ovulatory Capacity in Bovine Follicles, **Biology of Reproduction**, Volume 65, Issue 5, 1 November 2001, Pages 1403–1409, <https://doi.org/10.1095/biolreprod65.5.1403>

SEGERSON, E.C.; HANSEN, T.R.; LIBBY, D.W.; RANDEL, R.D.; GETZ, W.R. Ovarian and uterine morphology and function in Angus and Brahman cows. **J Anim Sci**. v. 59, p. 1026-1046, 1984.

SENGER, P.L. Pathways to pregnancy and parturition. 2. Ed. Pullman, USA: **Current Conceptions**, 2003. 368 p.

SILVA, R.C.P.; RODRIGUES, C.A.; MARQUES, M.O.; AYRES, H.; REIS, E.L.; NICHI, M.; MADUREIRA, E.H.; BARUSELLI, P.S. Efeito do eCG e do GnRH na taxa de prenhez de vacas Nelore lactantes inseminadas em tempo fixo. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.32, p.221, 2004.

SPINOSA, H.S.; GORNIK, S.L.; BERNADI, M.M. **Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária**. 6ª edição. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

STEWART, F.; ALLEN, W.R. Biological functions and receptor binding activities of equine chorionicgonadotrophins. **Journal of Reproduction and Fertility** , v. 62, p. 527-36, 1981.

TAFT, R.; AHMAD N.; INSKEEP, E.K. Exogenous pulses of luteinizing hormone cause persistence of the largest bovine ovarian follicle. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 2985-2991, 1996.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE, 2020. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>.

VICENSOTTI, J.; SANJUAN-MONTEBELLO, A.; MARJOTTA-MAISTRO, M. Competitividade brasileira no comércio exterior da carne bovina. **Revista IPecege**, v.5, n. 1, p. 7-18, 2019.

WATHES, D.C.; TAYLOR, V.J.; CHENG, Z. et al. Follicle growth, corpus luteum function and their effects on embryo development in postpartum dairy cows. **Reproduction**, v. 61, pag. 219-237, 2003.

WILLIAMS, G.L., AMSTALDEN, M., GARCIA, M.R. et al. 2002. Leptin and its role in the central regulation of reproduction in cattle. **Domestic Animal Endocrinology**. 5345:1–11.

WILTBANK, M.C.; PURSLEY, J.R.; The cow as an induced ovulator: Timed AI after synchronization of ovulation, **Theriogenology**, Volume 81, Issue 1, 2014, Pages 170-185, ISSN 0093-691X, <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.09.017>

YELICH, J.V.; WETTERMANN, R.P.; MARSTON, T.T.; SPICER, L.J. Luteinizing hormone, growth hormone, insulin like growth factor-I, insulin and metabolites before puberty in heifers fed to gain at two rates. **Dom. Anim. Endocrinol.**, v. 13, n. 4, p. 325 – 338, 1996.