

**EVOLUÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA INSEMINAÇÃO
ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO (IATF) E OS PRINCIPAIS
FATORES QUE AFETAM A BIOTÉCNICA PARA BOVINOS
DE CORTE (Revisão Bibliográfica)**

Arthur Mortari Parreira

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EVOLUÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO
FIXO (IATF) E OS PRINCIPAIS FATORES QUE AFETAM A BIOTÉCNICA
PARA BOVINOS DE CORTE (Revisão Bibliográfica)**

Arthur Mortari Parreira

Orientadora: Prof^a Dr^a Vera Fernanda Martins Hossepian de Lima

Coorientadores: Dr^a Amanda Nonato

Dr. Emanuel Almeida de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso (Revisão de Literatura) apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para graduação em Zootecnia.

Jaboticabal – SP
1º Semestre / 2017

Parreira, Arthur Mortari
P258e Evolução da utilização da inseminação artificial em tempo fixo (IATF) e os principais fatores que afetam a biotécnica para bovinos de corte (revisão bibliográfica) / Arthur Mortari Parreira. -- Jaboticabal, 2017
x, 72 f. : il. ; 29 cm

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal para graduação em Zootecnia, 2017
Orientadora: Vera Fernanda Martins Hossepian de Lima
Banca examinadora: Ricardo Perecin Nociti, Thiago Henrique Borghi
Bibliografia

1. Reprodução. 2. Bovinocultura de corte. 3. Controle hormonal. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.082:636.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

“De fato, não sei de maior bem que poderia desejar a vocês nesta vida do que sentir a mesma alegria de alguém que deu o melhor de si e foi inteiramente bem-sucedido no que se propôs a fazer. É nessas ocasiões que o mundo todo parece tomado de uma luz brilhante, e o corpo parece tão leve que os pés, livres de qualquer peso, tocam o chão muito suavemente, movidos pela leveza do espírito. Portanto, se estivesse em meu poder dar-lhes o melhor que o mundo tem para dar, eu desejaria que vencessem suas batalhas como o Rei Arthur venceu a dele naquela vez, e que pudessem cavalgar de volta para casa com o mesmo triunfo e a mesma alegria que o preenchiam naquele dia, e que o sol brilhasse à volta de vocês como brilhava à volta dele, e que a brisa soprasse, e que todos os passarinhos cantassem tão alto como cantavam para ele, e que o coração de vocês também pudesse entoar sua canção de júbilo pelo prazer do mundo em que vocês vivem.”

(Rei Arthur e os Cavaleiros da Távola Redonda – Howard Pyle)

DEDICO

Aos meus pais, Weber e Fátima e aos meus irmãos Ana Carolina e Pedro (Boleta). Família que me apoiou em todas as etapas da minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as bênçãos em minha vida e por me dar fé quando não havia esperanças.

Aos meus pais, Weber e Fátima, por terem me colocado no mundo. Obrigado por todos os puxões de orelha, pelos dias de carinho e conselhos tão valiosos. Agradeço também por acreditarem na minha capacidade, o meu sucesso na vida é graças a vocês.

Aos meus avós maternos Antônia (*in memoriam*) e Geraldo e aos meus avós paternos Silvia e Silvio. As histórias de vivência no campo de vocês e todas as andanças pelas fazendas com meu avô Silvio me inspiraram em buscar essa linda profissão que é a Zootecnia. A paixão pela terra, o carinho pelos animais e todos os valiosos conselhos levarei para sempre em meu coração.

À minha irmã Ana Carolina que sempre me incentivou e brigou comigo a vida inteira. Sem seu incentivo e nossas brigas eu não teria crescido o quanto cresci, você me ensinou quão valiosa é a palavra “Família” e o quanto ela pode ser forte nas dificuldades. Agradeço também ao meu cunhado Marco Aurélio e ao fruto do amor de vocês, minha linda sobrinha Antônia.

Ao meu irmão mais novo, Pedro (Boleta), e agora companheiro de república. Obrigado por ser o parceiro de sempre. Lembre-se sempre que nas dificuldades estarei ao seu lado para lhe dar força. Se não estiver fisicamente por conta da distância, pense em mim, te garanto que a distância se encurtará.

À minha amiga, namorada e futura esposa, Marina (Kaisha). A parte da “esposa” ainda não está formalizada, mas calma, o casamento vai sair! Ninguém pode duvidar do quão poderoso é o destino... Apesar de você morar em uma cidade à 8km da minha, meus amigos serem seus amigos e você ter estudado em Orlandia boa parte da vida, fui te conhecer somente na graduação. É paixão para vida toda! Você é a minha força para vencer e a minha inspiração para buscar meus sonhos. Você sempre despertou o que há de melhor em mim e com você aprendi o quão importante é o amor e o companheirismo. Eu amo você e nunca sairei do seu lado! *I'm carrying your love with me wherever I go.*

À minha paciente Orientadora Prof^a. Dr^a. Vera Fernanda, que fez me apaixonar ainda mais pela Zootecnia desde o primeiro semestre de 2014. Agradeço também a sua orientada e minha co-orientadora Dr^a. Amanda Nonato pelos puxões de orelha e nunca me deixar perder as esperanças mesmo quando se tem uma bolsa rejeitada.

Ao meu co-orientador e amigo Dr. Emanuel A. de Oliveira que me mostrou como a Bovinocultura de Corte é formidável. Se eu sair da graduação com 1% do conhecimento que ele tem, me sinto lisonjeado. Dos Professores que tive durante a minha graduação, certamente é um dos que mais me inspira. Ser country não é fácil!

A minha banca examinadora por todas as considerações sobre o trabalho. Ricardo que me acompanhou desde quando realizei estágio no setor de Reprodução Animal e agora na trajetória do TCC, e Thiago que ensinou muito sobre ovinos sendo também referência em comercialização e manejo de Bovinos de Corte.

A todos da família Mortari, Parreira, Delamonica e Olivari. Obrigado por sempre estarem ao meu lado, por se importarem comigo e por serem a base de toda a minha felicidade.

Não posso deixar de agradecer meus queridos amigos-irmãos que fiz em minha graduação: Amanda (Cica), Alan (Rabiola), Carolina (Super), Fabiana (Pintura), Gabriela (Colisão), Giovana (Miss/Gi/Filha), Luciana (Personal/Lu/Amigona), Natália (Chita/Cheetos), Mateus (Distritador), Paulo (Cookie/Buda/Asiático/Asian), Saliha (Hadja/Sasa) e Thalys (Pardo). Sem vocês minha graduação teria sido em vão. Todos vocês acrescentaram um pouco em minha vida e isto vou levar para sempre. Obrigado por acreditarem no Dr. Pet que zoa todos vocês e é chato!

Aos meus grandes companheiros da República Amoribunda: Adriano (Seu Jorge), Bruno (K-Banha), Fernando (Peruano), Gabriel (Covi-Flor), Julio (Cho-Chó), Paulo (Cookie-KH), Pedro (Boleta), Rafael (Kú-kidá) e Rafael (Chupeta). Vocês foram e sempre serão a minha família em Jaboticabal, apesar do pouco tempo que convivemos. Obrigado por toda zoeira compartilhada, pelas risadas e conselhos.

Às minhas aves Draco, Ralfa, e Nico, que sempre me alegram quando chego aos finais de semana, com as cantorias e as bicadas.

Quem realmente me conhece sabe o quanto eu amo cães, então nada mais justo que agradecer às minhas boxers. Primeiro a matriarca Jully por me acompanhar do início ao meio de minha graduação e sempre me recepcionar com alegria e uivos aos finais de semana, férias e dias tristes durante 9 anos. Eu sinto muito a sua falta Gordinha, muita mesmo! Segundo, mas não menos importante, minha cadela filha da Jully, Dallyla, por me mostrar o que é o amor incondicional de um animal. Você me provou que animais falam sim, com apenas um olhar eu sei o que você quer, o que você está sentindo e também o quanto você me ama. Sei que não pode ler o que escrevo, mas externalizo na forma de amor e me importar com você.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV) e ao Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal, por me acolherem nestes anos.

E, finalmente, a todos que de alguma forma acrescentaram na minha graduação, muito obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 PANORAMA DA BOVINOCULTURA DE CORTE NO BRASIL	2
2.2 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA IA/IATF	3
2.2.1 Fisiologia do Ciclo Estral em Bovinos	8
2.2.1.1 Fisiologia do Ciclo Estral em Bovino de Corte	10
2.2.2 Período ideal para inseminação em matrizes bovinas	12
2.2.3 Protocolos Hormonais para Controle do Ciclo Estral	13
2.2.3.1 Fármacos mais Utilizados na Reprodução	14
2.2.3.2 Protocolos com o uso da PGF _{2α} ou seus análogos sintéticos	17
2.2.3.3 Protocolo Ovsynch	18
2.2.3.3.1 Adaptações do protocolo Ovsynch	21
2.2.3.4 Protocolos com o uso de P4 e progestágenos	22
2.2.3.5 Protocolos com a associação de estradióis e progestágenos	25
2.2.3.6 Protocolo com o uso do eCG	28
2.3 PRINCIPAIS MANEJOS PARA UTILIZAÇÃO DA IATF	30
2.3.1 IATF associada a monta natural	31
2.3.2 IATF associada a observação de estro para IA e monta natural	31
2.3.3 IATF associada ressincronização após o diagnóstico de gestação seguida de monta natural	32
2.3.4 IATF associada a duas ressincronizações	34
2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DA IA E IATF	35
2.5 PRINCIPAIS FATORES QUE AFETAM A FERTILIDADE DO REBANHO E O SUCESSO DAS BIOTÉCNICAS	36
2.5.1 Anestro Pós-Parto	37
2.5.2 Escore de Condição Corporal	38
2.5.3 Estação de Monta	41
2.5.4 Suplementação mineral como estratégia nutricional na reprodução de bovinos de corte	43
2.5.4.1 Suplementação mineral no período de seca	47
2.5.4.2 Suplementação mineral no período das águas	48
2.5.5 Sanidade do Rebanho Bovino	48
2.5.6 Qualidade Seminal Bovina	53
2.6 EFICIÊNCIA REPRODUTIVA BOVINA	54
2.7 MELHORAMENTO GENÉTICO ANIMAL	55
3. CONCLUSÃO	57
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

LISTA DE ABREVIATURAS

ASBIA	Associação Brasileira de Inseminação Artificial
BE	Benzoato de Estradiol
BVD	Diarreia Viral Bovina
CE	Cipionato de Estradiol
CL	Corpo Lúteo
DPP	Dias Pós-Parto
ECC	Escore de Condição Corporal
eCG	Gonadotrofina Coriônica Equina
EM	Estação de Monta
FD	Folículo Dominante
FSH	Hormônio Folículo-Estimulante
GnRH	Hormônio Liberador de Gonadotrofinas
IA	Inseminação Artificial
IATF	Inseminação Artificial em Tempo Fixo
IBR	Rinotraqueite Infecciosa Bovina
IEP	Intervalo entre Partos
IM	Intramuscular
LH	Hormônio Luteinizante
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
P4	Progesterona
PG	Prostaglandina
PS	Período de Serviço
SINDAN	Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Saúde Animal
TPF	Taxa de Prenhez Final
TPI	Taxa de Prenhez à IATF
VE	Valerato de Estradiol

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Mercado de IATF no Brasil, considerando a venda de produtos para sincronização, segundo dados do Departamento de Reprodução Animal da FMVZ/USP7
- Figura 2:** Momento ideal de inseminação em relação ao estro de fêmeas bovinas.....13
- Figura 3:** Mercado veterinário brasileiro, participação por tipo de produto, 2012.....15
- Figura 4:** Representação esquemática do protocolo Ovsynch.....20
- Figura 5:** Representação esquemática do protocolo Ovsynch com a inclusão do progestágeno indicado para rebanhos com baixa ciclicidade.....24
- Figura 6:** Representação esquemática do protocolo BE-NOR-PGF2 α -BE, sugerido por Barros et al. (2005) para fêmeas zebuínas de corte criadas extensivamente.27
- Figura 7:** Representação esquemática dos protocolos com tratamento de CE e BE.....28
- Figura 8:** Protocolos com uso do eCG indicados para fêmeas com baixa ciclicidade ou em anestro.....29
- Figura 9:** Manejo reprodutivo de um programa de IATF associado a monta natural com touros para o repasse de fêmeas não gestantes31
- Figura 10:** Manejo reprodutivo de um programa de IATF associado a observação de estro e IA das fêmeas não gestantes e, posteriormente, introdução de touros para o repasse das fêmeas vazias.....32
- Figura 11:** Manejo reprodutivo de um programa de IATF seguido pelo diagnóstico de gestação por ultrassonografia (US) e ressincronização das fêmeas não prenhes para receberem a segunda IATF. E posterior introdução de touros para o repasse das fêmeas vazias.....33
- Figura 12:** Manejo reprodutivo de um programa de IATF seguido pelo diagnóstico de gestação por ultrassonografia (US) com duas ressincronizações das fêmeas não prenhes para receberem a segunda e a terceira IATF.....34
- Figura 13:** Áreas de observação e palpação para medição do Escore de Condição Corporal de vacas de corte.....38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Participação relativa das espécies no mercado de saúde animal nos anos de 2009 e 2015 – Brasil.....	14
Tabela 2: Classificação de Escore de Condição Corporal (escala 1 a 9)	39
Tabela 3: Classificação de Escore de Condição Corporal (escala de 1 a 5).....	40
Tabela 4: Exigências de macrominerais em função do grupo genético para diferentes pesos corporais e ganhos de peso.....	45
Tabela 5: Exigências de microminerais de bovinos de corte para diferentes pesos corporais e ganhos de peso em confinamento	46
Tabela 6: Calendário sanitário das enfermidades reprodutivas de bovinos de corte...52	
Tabela 7: Medidas de eficiência reprodutiva em bovinos de corte	54

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o segundo maior rebanho bovino do mundo e hoje também é o segundo maior exportador de carne bovina, ficando atrás somente da Índia (DEPEC, 2017). No entanto, a pecuária nacional ainda apresenta problemas de manejo reprodutivo que impactam fortemente na produção líquida de filhotes e, conseqüentemente, na renda dos produtores e na economia nacional.

A utilização de biotecnologias da reprodução pode proporcionar aumento significativo da produtividade, assim como maior retorno econômico à pecuária, já que possibilita eficiente multiplicação de animais de produção e rápido ganho genético do rebanho (HAFEZ & HAFEZ, 2004; USDA, 2016). A inseminação artificial (IA) e a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) são as biotécnicas que mais colaboram para a melhoria de índices reprodutivos e produtivos na pecuária (ASBIA, 2010). No entanto, essas biotecnologias são aplicadas em apenas 8% das matrizes no país (BARUSELLI et al., 2015).

Diversos programas de melhoramento genético foram desenvolvidos após a disseminação dessas biotécnicas na década de 40. Na pecuária moderna o maior ganho é com a taxa líquida de filhotes, o qual é medido através da eficiência reprodutiva do rebanho, que, assim como o melhoramento genético, também é proporcionada por biotécnicas como a IA e a IATF.

A eficiência reprodutiva é um parâmetro amplamente utilizado na bovinocultura de corte para avaliar deficiências na reprodução de vacas e fertilidade dos machos utilizados nos acasalamentos, além de identificar possíveis erros do inseminador e de manejo. Ademais, o ganho do produtor perante o seu rebanho pode ser mensurado eficiência reprodutiva de seus animais e mérito genético de seus touros.

Dessa forma, utilizando resultados obtidos de artigos e congêneres, a presente revisão de literatura tem como objetivo expor a evolução da utilização da IA e IATF na bovinocultura de corte e salientar os principais fatores que afetam a fertilidade do rebanho e o sucesso das biotécnicas, auxiliando produtores na tomada de decisão da utilização das mesmas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PANORAMA DA BOVINOCULTURA DE CORTE NO BRASIL

O Brasil detém o segundo maior rebanho bovino do mundo, com 219,1 milhões de animais. No fechamento do ano de 2016, foram abatidos mais de 24,2 milhões de bovinos e, deste total, 4,6 milhões somente no estado do Mato Grosso, onde se concentra a maior parte do rebanho nacional. Até o final do ano de 2016 foram exportadas 1.400.434 toneladas de carne bovina, gerando uma renda de U\$\$ 5.515.762,00 para o país (ABIEC, 2016; BRASIL, 2017; USDA, 2016).

As perspectivas para a economia brasileira em 2017 requerem melhora moderada nos principais dados macroeconômicos, como crescimento de 1,16% no Produto Interno Bruto (PIB), taxa de inflação mais baixa, pequena recuperação da taxa de desemprego e retorno dos investimentos oriundos de outros países. Por conseguinte, a procura interna por proteína animal bovina em 2017 deverá crescer lentamente, decorrente do aumento dos preços e concorrência de outras carnes, tais como a de frango e a suína. Presume-se que as exportações globais alcancem 11,2 milhões de toneladas em 2017, representando um aumento de 4%, o qual será impulsionado pela expansão dos embarques do Brasil e dos Estados Unidos (USDA, 2016).

No dia 11 de janeiro de 2017, os Estados Unidos da América (EUA) relataram a Organização Mundial de Saúde (OMS) o primeiro foco de Gripe Aviária Altamente Patogênica e, em 16 de março do mesmo ano, foi relatado o segundo foco da doença. A medida que o impacto dos surtos globais de Gripe Aviária persistir, a demanda por produtos brasileiros permanecerá relativamente robusta, pois seu status sem a doença facilita o acesso ao mercado. Apesar da interrupção à curto prazo no comércio devido a preocupações sanitárias, a participação do Brasil nas exportações globais subirá 10% nesse ano, impulsionada pelo aumento da demanda asiática, especialmente a China, atingindo 4,3 milhões de toneladas (RAMOS, 2017; MENDES, 2017; USDA, 2016).

O USDA prevê uma perspectiva contínua de fornecimento de gado limitado para o abate em 2017. Essa limitação é resultado de dois fatores: alta retenção de fêmeas em 2015/2016 e o volume inexpressivo de chuvas por 3 anos consecutivos, afetando as áreas mais importantes da pecuária de corte nas regiões Centro-Oeste. O Brasil possui cerca de 70 milhões de fêmeas em idade reprodutiva e produz somente 45 milhões de bezerros por ano, indicando taxa de desmame de aproximadamente 65%. Ademais, o país utiliza muito pouco a inseminação artificial (IA), somente cerca de 8% das matrizes são inseminadas artificialmente (BARUSELLI et al., 2015). Sendo assim, a utilização de biotecnologias da reprodução aspirando a eficiente multiplicação do rebanho, e o rápido ganho genético, pode proporcionar aumento significativo da produtividade e maior retorno econômico à agropecuária.

2.2 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA IA/IATF

Muitas são as biotecnologias da reprodução disponíveis para a maximização dos índices reprodutivos, dentre as principais biotecnologias aplicáveis à pecuária comercial, destacam-se a inseminação artificial (IA) e a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) (FERRAZ et al., 2008).

A IA foi a primeira biotecnologia reprodutiva utilizada a fim de melhorar a reprodução e genética dos animais domésticos. É considerada uma técnica ímpar, já que poucos reprodutores selecionados produzem sêmen suficiente para inseminar uma variedade de fêmeas anualmente (FOOTE, 2002; HAFEZ & HAFEZ, 2004).

Denomina-se a IA como a deposição mecânica do sêmen no aparelho genital feminino por meio de instrumentos especialmente desenvolvidos para esse propósito. Para facilitar o uso da IA, foram desenvolvidos programas de sincronização que permitem a inseminação de todos os animais em um tempo pré-determinado, ou seja, em um tempo fixo, surgindo a IATF propriamente dita (MARTINS et al., 2009; BRIDGES et al., 2008).

A IA foi utilizada pela primeira vez no ano de 1332 (século XIV), em equinos, pelos árabes. Porém a história registra, como marco inicial da IA, o ano de 1784 (século XVIII), quando o italiano Lazzaro Spallanzani demonstrou pela primeira vez a possibilidade de fecundar uma fêmea sem o contato do macho. Somente a partir de 1900, estudos com animais domésticos se iniciaram na Rússia e Japão e no ano de 1949, os pesquisadores ingleses Polge, Smith e Parkes, demonstraram que o espermatozoide pode ser conservado por um longo tempo a baixas temperaturas, promovendo grande avanço para a biotécnica (ASBIA, 2010; HAFEZ & HAFEZ, 2004).

Em 1938 originou-se o primeiro estabelecimento oficial para estudos sobre IA no Brasil, tendo por objeto a espécie bovina, localizado na Mesorregião Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, na cidade de Pindamonhangaba – São Paulo. A partir de 1946 começaram os trabalhos de aplicação de IA em bovinos, com instalação de postos de IA em diferentes estados do Brasil. Os maiores propulsores e os principais fundadores da IA no Brasil foram os professores Antônio Mies Filho, João Ferreira Barreto, Francisco Megale e Renato Campanarut Barnabé, que devotaram suas vidas em prol da pesquisa e do ensino da reprodução animal, tendo formado diversos profissionais na área (REICHENBACH, MORAES & NEVES, 2014).

A inseminação artificial é amplamente utilizada em vários países, tais como Dinamarca, Suécia, Tchecoslováquia e Estados Unidos, que inseminam 100%, 90%, 85%, e 75% dos rebanhos, respectivamente. A primeira IA que se tem notícia no Brasil, data-se em 1940, mas a técnica somente alcançou impulso a partir de 1970, quando nasceram as primeiras empresas especializadas no ramo. No Brasil, calcula-se que aproximadamente apenas 7% das fêmeas em idade reprodutiva são inseminadas (BATISTA, 2008; ASBIA, 2010).

Os rebanhos que adotam a IA como biotécnica podem apresentar índice de serviço muito baixo, com redução da eficiência reprodutiva, devido a falhas de detecção do estro das fêmeas, sendo esse, um dos principais fatores limitantes da adoção da IA em bovinos de corte (PINHEIRO et al., 1998). Ademais, o rebanho brasileiro é predominantemente composto por fêmeas zebuínas, as quais apresentam período de estro muito curto, de

aproximadamente 10 horas, e com alta porcentagem de expressão ao longo da noite, dificultando ainda mais a identificação do estro (BARROS, MOREIRA & FERNANDES, 1998).

Identificando esses fatores, e levando em conta os recentes avanços do conhecimento sobre a fisiologia do ciclo estral, houve o desenvolvimento de protocolos de indução da ovulação e de sincronização do estro eficazes, a ponto de definir um momento ideal para a inseminação dos animais. A indução da ovulação é uma biotécnica de manipulação do ciclo estral em um grupo de fêmeas para induzir grande porcentagem delas a ovular, dentro de um período de tempo curto e predeterminado. As vacas podem então ser inseminadas com base na apresentação do estro ou, preferentemente, em horário fixo (MACHADO et al, 2007).

Somente em 1995, os pesquisadores Pursley, Mee e Wiltbank, fizeram uma revisão sobre o assunto e concluíram que, após anos de pesquisa, ainda não existia um protocolo que sincronizasse com precisão o estro para promover uma inseminação em horário fixo, o que permitiria melhores taxas de concepção em vacas leiteiras em lactação. Com isso, esses pesquisadores criaram o protocolo “Ovsynch”, que é um tratamento baseado em duas injeções de GnRH, intercaladas com uma dose de PGF_{2α}, para causar luteólise, para que assim, a IA seja feita em tempo fixo, entre 12 e 18 horas após a última dose de GnRH (PURSLEY et al., 1995; MACHADO et al., 2007).

Entretanto, este protocolo não produz resultados satisfatórios em vacas em anestro e também não é recomendado para novilhas, apresentando taxa de gestação de 14,9% nessas categorias. Quando utilizado em animais ciclando, as taxas de gestação em *Bos indicus* têm sido semelhantes às observadas em *Bos taurus* (42 a 48%). Ao decorrer dos anos, outros protocolos com o uso de progesterona ou de progestágenos foram estabelecidos, permitindo sincronizar o cio e a ovulação de novilhas e de vacas cíclicas ou em anestro pós-parto, e fazer uma inseminação em tempo determinado (MACHADO et al, 2007).

As técnicas de sincronização de estros e da ovulação de um rebanho bovino, possibilitam inseminar um grande número de animais no momento mais apropriado aos técnicos e reprodutores, sem a necessidade de observar o estro.

A IATF se baseia na mimetização dos eventos reprodutivos fisiológicos de uma fêmea cíclica, por meio da manipulação hormonal exógena e, com isso, a reprodução das fêmeas fica sob controle do produtor. Dessa forma, o criador pode inseminar mais vacas em um período menor de tempo, programar a inseminação e o nascimento dos bezerros, aumentar o número de bezerras para cria e recria e obter um melhor aproveitamento da mão de obra. A IATF é uma técnica que gera muitas vantagens econômicas, mas que, no entanto, depende do uso correto da técnica. Ademais, essa também é uma ferramenta extremamente importante no processo de melhoramento genético do rebanho (CASTILHO, 2015).

Em 2008 foram comercializados 8,2 milhões de doses de sêmen no país, com evolução de 210,66% de 2004 a 2008. Este avanço está relacionado ao grande impulso da produção nacional dessas doses, bem como da importação maciça de sêmen de diferentes touros e de várias partes do mundo (MARTINS et al., 2009).

De um total de 10,5 milhões de vacas inseminadas em 2015, estima-se que 8,5 milhões sejam fêmeas de corte e somente 2,3 milhões de fêmeas de leite. Esta utilização de 91% da IATF em fêmeas de corte, deve-se pela dificuldade de observação de estro nas matrizes e também pelo elevado percentual de matrizes em anestro. Em 2015, a IATF respondia por cerca de 77% das inseminações no Brasil, ganhando cada vez mais espaço no mercado de reprodução (BARUSELLI, 2016b).

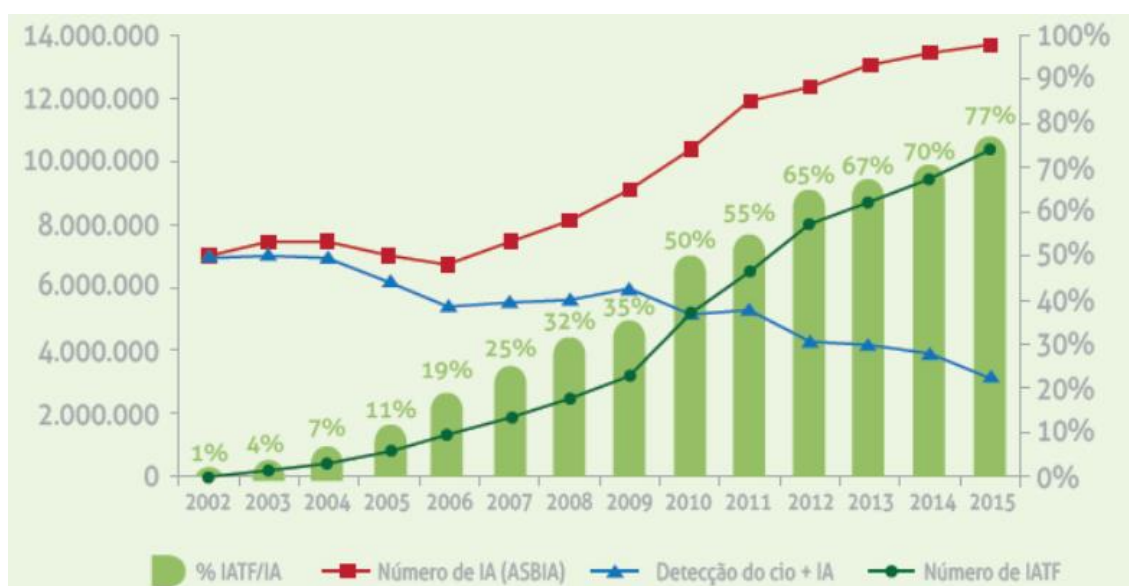


Figura 1: Mercado de IATF no Brasil, considerando a venda de produtos para sincronização, segundo dados do Departamento de Reprodução Animal da FMVZ/USP.

FONTE: BARUSELLI, 2016b.

Segundo a Associação Brasileira de Inseminação Artificial - ASBIA (2016), as exportações de doses de sêmen de touros com aptidões para corte chegaram a 134.727 no ano de 2016, volume muito maior frente as exportações de 2015, que foram de 103.739 doses. Foram importadas 3.971.499 doses em 2016, 327.839 a menos em relação a 2015. Em 2016 foram produzidas 6.086.271 doses, 438.748 doses produzidas a menos que o ano anterior. De acordo com estimativas de Baruselli (2016a), houve uma queda de -3% de 2015-2016 para a comercialização de doses de sêmen para o setor especificado.

Estima-se que a IATF tenha movimentado aproximadamente R\$ 567 milhões na pecuária nacional, sendo que o emprego da biotecnologia proporcionou ganhos consideráveis de 2,6 bilhões para a bovinocultura de corte, sendo aproximadamente R\$210 milhões somente com a venda de sêmen bovino. Nos ganhos consideráveis estão inseridos o aumento na produção de bezerro e o incremento de pesos na desmama e abate, além da diminuição da idade entre partos e ganho de 300kg/ano na produção por conta do fator genético contido na forma de sêmen (RODRIGUES, 2017).

2.2.1 Fisiologia do Ciclo Estral em Bovinos

O estro ou cio, considerado como dia zero do ciclo, é o período da fase reprodutiva do animal no qual a fêmea apresenta sinais de receptividade sexual, seguida de ovulação, e é observado a cada 21 dias em média, com uma faixa de 18 a 24 dias. A duração média do estro em bovinos é relativamente curta, em média 18 horas, com uma faixa de 4 a 24 horas. E a ovulação ocorre por volta de 30 horas após o início do cio, ou seja, após o final dos sintomas de estro (INTERVET, 2007). No entanto, a duração do cio e o momento de ovulação apresentam pequenas variações entre fêmeas da mesma espécie, em função de fatores endógenos e exógenos (EMBRAPA, 1991).

O período entre dois estros consecutivos é denominado ciclo estral e pode ser dividido em duas fases principais: folicular e luteal. A fase folicular tem início após a luteólise induzida pela $PGF_{2\alpha}$ natural ou exógena, com consequente queda dos níveis sanguíneos de $P4$ entre 12 e 36 horas após (DIELEMAN et al., 1986). O aumento da frequência de pulsos de LH estimula o desenvolvimento do FD que secreta quantidades crescentes de estradiol induzindo o comportamento estral (MUKASA-MUGERWA, 1989).

As quantidades crescentes de estradiol secretadas pelos folículos ovarianos induzem o estro e, através de retroalimentação positiva no hipotálamo, ocorre um pico de LH, o qual induz a ovulação e a formação do CL. A presença do CL caracteriza a fase lútea do ciclo estral. Nesta fase, o CL produz progesterona em quantidades crescentes do 4° ao 10° dia do ciclo estral, e a secreção se mantém estável até que ocorra a luteólise, entre 15° e o 20° dia (HAFEZ, 1993).

O crescimento e o desenvolvimento folicular nos ruminantes se caracterizam por duas ou três ondas foliculares consecutivas durante o ciclo estral. Cada uma dessas ondas envolve o recrutamento de uma série de FDs, que continua a crescer e a amadurecer até o estágio pré-ovulatório enquanto os outros sofrem atresia (INTERVET, 2007).

O desenvolvimento folicular é caracterizado por três estágios distintos: crescimento, seleção e desvio. Cada onda consiste no recrutamento simultâneo de três a seis folículos, que crescem acima de 4 a 5 mm de diâmetro. Dentro de alguns dias do início da onda, um folículo emerge como dominante. O FD continua a crescer e a se diferenciar, ao passo que os outros folículos param de crescer e regridem. Observa-se regressão do FD da primeira onda em ciclos de duas ondas, assim como dos FDs da primeira e segunda ondas em ciclos de três ondas. Contudo, o FD de qualquer onda folicular, inclusive da primeira, pode ovular se forem fornecidas as condições endócrinas apropriadas pela indução de luteólise, por meio da injeção de $\text{PGF}_{2\alpha}$, durante seu período de dominância (INTERVET, 2007).

As ondas foliculares são precedidas ou acompanhadas de um ligeiro aumento nas concentrações de FSH. Todos os folículos que crescem em grupo contêm receptores específicos para FSH e dependem dessa gonadotrofina para seu crescimento. Nesse estágio, os folículos em crescimento não têm uma quantidade suficiente de receptores de LH para responder a uma estimulação por LH, que é a razão pela qual esse estágio de crescimento às vezes é chamado de FSH dependente. Nos bovinos, os aumentos sequenciais de FSH, acompanhados por ondas foliculares, ocorrem durante o ciclo estral, no período pós-parto, durante a prenhez e antes da puberdade (INTERVET, 2007).

Por razões que ainda não foram completamente esclarecidas, somente um FD é selecionado do grupo recrutado. Uma característica que define um folículo como dominante é sua maior capacidade de produzir estradiol. A secreção de estradiol pelo FD está associada ao bloqueio da liberação de FSH e sua manutenção em níveis basais (GINTHER et al., 2000).

O futuro FD adquire receptores de LH, que lhe permitem continuar a crescer em um ambiente de baixos níveis de FSH e com níveis crescentes de LH. Ao provocar indiretamente a redução dos níveis de FSH, o FD provoca redução do suporte dos folículos subordinados ao reduzir o componente vital para seu crescimento, enquanto ao mesmo tempo se beneficia tanto do baixo nível de FSH como do aumento dos níveis de LH. Recentemente surgiram informações importantes sobre o papel de outros moduladores tais como fatores

de crescimento, inibina e insulina na diferenciação e seleção do FD (FORTUNE et al., 2001; MIHM & BLEACH, 2003).

O crescimento, a atividade estrogênica e o período de vida do FD selecionado são controlados pelo padrão dos pulsos de LH. Portanto, qualquer mudança no padrão de liberação do GnRH e, assim, do LH, terão um profundo efeito sobre a continuidade do crescimento do FD e sua ovulação (INTERVET, 2007).

Sabe-se bem que o aumento da frequência dos pulsos de LH observado após os tratamentos com progestágenos, por exemplo, prolongarão o período de dominância desse folículo de 2 a 7 dias para mais de 14 dias, o que afeta a fertilidade do oócito (DISKIN et al., 2002). Fatores nutricionais, ambientais e até infecciosos, que afetam direta e indiretamente o padrão de GnRH em bovinos, e de LH, conseqüentemente, apresentam um efeito considerável sobre o destino do FD e, portanto, sobre a ovulação e a fertilidade (INTERVET, 2007).

2.2.1.1 Fisiologia do Ciclo Estral em Bovino de Corte

A fisiologia reprodutiva do *Bos indicus* foi estudada em vários trabalhos de pesquisa. Hoje, sabe-se que as fêmeas *Bos indicus* apresentam duas, três ou quatro ondas de crescimento folicular durante o ciclo estral e apresentam menor diâmetro do FD e do CL (BÓ et al., 2003), bem como menores concentrações séricas de progesterona (SEGERSON et al., 1984), em relação a animais *Bos taurus*.

Nas raças europeias (*Bos taurus taurus*) o cio dura cerca de 16 a 18 horas e a ovulação ocorre, em média, entre 28 e 30 horas após o início do cio (ESCOBEDO et al., 1989; GALINA & ARTHUR, 1990), ou seja, entre 10 e 12 horas após o final do estro (HANSEL & ECHTERNKAMP, 1972; WISHART, 1972; HUNTER & WILMUT, 1984). Entretanto, em zebuínos (*Bos taurus indicus*), a receptividade sexual é, em média, de apenas 11 horas, podendo variar de 1,3 a 20 horas (MUKASA-MUGERWA, 1989; GALINA & ARTHUR, 1990).

Pinheiro et al. (1998), utilizando a técnica de ultrassonografia, verificaram que o intervalo entre o início do cio e a ovulação era de $26,6 \pm 0,44$ horas e a duração do cio de aproximadamente 11 horas em vacas Nelore, com estro

natural ou induzido por tratamentos hormonais. Estes resultados foram posteriormente confirmados por Mizuta (2003).

Em estudos mais recentes, verificou-se que o diâmetro do FD no momento do desvio é menor em vacas Nelore, medindo de 6,0 a 6,3 mm (SARTORELLI et al., 2005; GIMENES et al., 2005b), do que em vacas Holandesas, que podem chegar a 8,5 mm (GINTER et al., 1996). Além disso, o diâmetro com o qual o FD adquire capacidade de ovular em resposta à administração de LH em novilhas Nelore se situa entre 7 e 8,4 mm (GIMENES et al., 2005a), enquanto em vacas Holandesas a ovulação em resposta ao LH só ocorre com diâmetro superior a 10 mm (SARTORI et al., 2001).

A sazonalidade também afeta a reprodução dos animais *Bos indicus*. Randel (1984) reportou que vacas *Bos indicus* apresentam menor incidência de picos pré-ovulatórios de LH e que suas células luteínicas são menos responsivas *in vitro* ao LH. O mesmo autor verificou também que as taxas de concepção de vacas Brahman foram maiores durante o verão (61%) do que no outono (36%). Stahringer et al. (1990) e McGowan (1999) também observaram maior ocorrência de anestro e cios anovulatórios em fêmeas Brahman durante o inverno. É muito importante considerar estas diferenças na implantação de programas de IA e IATF para fêmeas zebuínas (BARUSELLI et al., 2004; BARUSELLI et al., 2006).

As características do ciclo estral em animais *Bos indicus* foram objeto de uma revisão feita por Bó e colaboradores (2003). Os animais *Bos indicus* geralmente apresentam um temperamento muito particular que torna a detecção de estros uma tarefa muito difícil. Podem ocorrer cios “silenciosos” ou “perdidos”, num programa regular de detecção de estros (GALINA & ARTHUR, 1990; GALINA et al., 1996).

Outros estudos confirmaram que cruzas entre *Bos indicus* e *Bos taurus* apresentam estro de curta duração, por volta de 10 h (BERTAM-MEMBRIVE, 2000; ROCHA, 2000), e apresentam maior concentração de cios à noite (56,6%). Estes achados vão ao encontro aos resultados obtidos por Pinheiro et al. (1998), que verificaram que 53,8% dos cios ocorreram durante a noite, e que 30,7% iniciaram e terminaram durante à noite. Mizuta (2003) verificou que a duração

média do estro foi 3,4 h menor em fêmeas Nelore (12,9 h) e de cruzamento Angus e Nelore (12,4 h) do que em animais da raça Angus (16,3 h). Todavia, o intervalo entre o início do estro e a ovulação foi de $27,1 \pm 3,3$ h e $26,1 \pm 6,3$ h em vacas Nelore e Angus, respectivamente (MIZUTA, 2003), ou seja, não houve diferença entre as raças neste quesito.

2.2.2 Período ideal para inseminação em matrizes bovinas

A fertilização ocorre no oviduto, na junção do istmo com a ampola. O tempo de vida do oócito é em torno de 12 a 18 horas, e sua viabilidade diminui com o tempo. Cerca de 8 horas após a cobertura, um número suficiente de espermatozoides atinge o istmo do oviduto. A capacitação dos espermatozoides para a fertilização, caracterizada por hipermotilidade e reação acrossômica completa, precisa ser realizada. Os espermatozoides também têm um período de vida limitado, portanto, se a inseminação ocorrer cedo demais, as células espermáticas morrerão antes que possam fertilizar o oócito. Inversamente, quando se retarda demais a inseminação, o oócito perderá sua capacidade de ser fertilizado (INTERVET, 2007).

A ovulação normalmente ocorre entre 28 e 30 horas após o início do estro. O momento ótimo para inseminação, portanto, é perto do fim do estro (Figura 2). Como na prática as matrizes não são observadas continuamente se torna difícil a determinação exata do fim do estro. Por causa do período de vida limitado tanto do oócito como do espermatozoide, existe uma “janela” de cerca de 12 horas durante a qual se obtêm melhores taxas de concepção. Para fins práticos, o melhor é utilizar a regra manhã/tarde: todas as vacas observadas em estro durante a manhã são inseminadas durante a tarde. As vacas ainda no cio na manhã seguinte são inseminadas novamente. As vacas observadas em estro durante a tarde ou à noite são inseminadas na manhã seguinte (INTERVET, 2007).

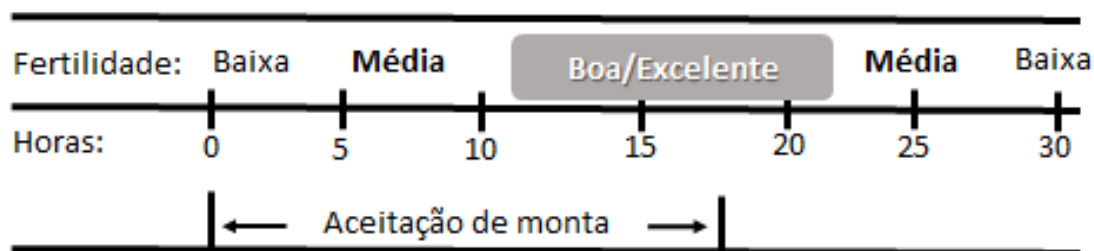


Figura 2: Momento ideal de inseminação em relação ao estro de fêmeas bovinas.
 FONTE: Adaptado de INTERVET, 2007.

2.2.3 Protocolos Hormonais para Controle do Ciclo Estral

Os protocolos de sincronização para IATF têm como objetivo induzir a emergência de uma nova onda folicular, controlar a duração do crescimento folicular até o estágio pré-ovulatório, sincronizar a inserção e a retirada da fonte de progesterona endógena ($PGF_{2\alpha}$) e exógena (implante auricular ou dispositivo intravaginal), e induzir a ovulação sincronizada em todos os animais simultaneamente (CASTILHO, 2015).

Os protocolos de sincronização consistem em duas estratégias: a) indução da regressão do corpo lúteo (CL), para que os animais entrem na fase folicular ao mesmo tempo e mantenham esta sincronização durante o estro; b) alongar a fase luteínica artificialmente, administrando uma fonte exógena de progesterona aos animais, de forma que todos entrem na fase folicular ao mesmo tempo, após a retirada do bloqueio farmacológico (NOAKES, 1991).

As biotécnicas de manipulação de estro também podem ser usadas como tratamento para certos transtornos reprodutivos, tais como “cio silencioso” ou doença cística ovariana, em alguns casos (CASTILHO, 2015).

O ciclo estral tem dois caminhos: a sincronização e a indução de cio e/ou ovulação. A sincronização consiste na manipulação do ciclo estral através da utilização de hormônios ou associações hormonais, antecipando ou prorrogando o mesmo. Oposto a isso, a indução consiste em provocar o estro e a ovulação em fêmeas em anestro por meio da utilização de hormônios e/ou práticas de manejo (MORAES et al., 2014).

Métodos de indução da ovulação são necessários para tratar a ausência de estro, sendo a detecção do cio a falha mais importante e cara nos programas

de IA, portanto, o uso de fármacos para controle do ciclo estral e da ovulação, associados à IATF, é uma ferramenta tecnológica de grande sucesso e em franco crescimento (SEVERO, 2009).

O ciclo estral pode ser manipulado de três formas em fêmeas bovinas com ovários ativos: pelo uso de PGs, para induzir a regressão precoce do CL; pelo uso sequencial de PGs e análogos do GnRH para obter desenvolvimento folicular sincronizado após a luteólise induzida; e pelo uso de progestágenos que agem como um CL “artificial” (CASTILHO, 2015).

2.2.3.1 Fármacos mais Utilizados na Reprodução

O mercado farmacêutico veterinário mundial atingiu o faturamento US\$ 22,5 bilhões em 2012, com crescimento médio de 8% ao ano desde 2002. A sua dinâmica é ainda bastante relacionada a animais de produção, os quais representam 60% de todo esse mercado (FERNANDES et al., 2013; IFAH, 2013).

Devido ao destaque no cenário mundial da bovinocultura no agronegócio brasileiro, e a fim de manter o status sanitário e reprodutivo conquistado nacionalmente, têm-se os bovinos como os animais mais relevantes no que diz respeito à venda de medicamentos veterinários no país, seguidos pelas aves e suínos (BARRETO, 2013). A participação relativa por espécie no mercado de saúde animal pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1: Participação relativa das espécies no mercado de saúde animal nos anos de 2009 e 2015 - Brasil

Grupo de Produtos	Participação (%)	
	2009	2015
Bovinos	55,4	53,9
Aves	16,4	15,1
Suínos	15,8	12,3
Cães e Gatos	10,9	16,4
Equinos	1,5	2,2
Outros	0,1	0,1

Fonte: SINDAN, 2015.

Os medicamentos de uso veterinário são produtos que podem ser classificados de diferentes formas, conforme sua função, grupo de atuação ou via de administração, dentre outras possibilidades. O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) divide esses produtos de uso veterinário em: biológicos, farmacêuticos e de higiene e/ou embelezamento. E de acordo com o SINDAN (entidade representativa do setor farmacêutico veterinário no Brasil) e conforme citado por Capanema et al, (2007) e Barreto (2013), os hormônios são classificados dentro do grupo de medicamentos veterinários terapêuticos, os quais são utilizados na prevenção e tratamento de doenças.

Os hormônios são substâncias químicas, naturais ou sintéticas, utilizadas para tratamentos endócrinos e manipulação de ciclos estrais, e que constituem um dos pilares da produtividade animal. Seu uso adequado tem contribuído para a corrigir falhas de manejo, como falha de detecção de cio, e até mesmo para facilitar o manejo da propriedade por meio da sincronização das fêmeas, melhorando a ciclicidade do rebanho (FERNANDES et al., 2013).

Os produtos terapêuticos, dentro dos quais os hormônios estão inseridos, representam 9% do mercado farmacêutico veterinário brasileiro (Figura 2). Enquanto os produtos biológicos, obtidos a partir de organismos vivos (vacinas e soros), são os mais importantes para o mercado brasileiro, equivalendo a 30% da participação nacional (FERNANDES et al., 2013).

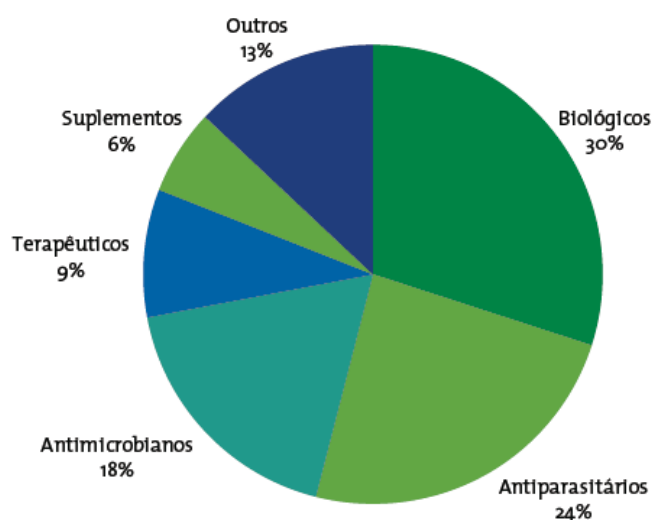


Figura 3: Mercado veterinário brasileiro, participação por tipo de produto, 2012.

Fonte: FERNANDES et al., 2013.

O SINDAN com o apoio da Coordenação de Fiscalização de Produtos Veterinários (CPV), Departamento de Fiscalização de Insumos Pecuários (DFIP) e da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), disponibiliza para o setor veterinário e zootécnico o Compêndio de Produtos Veterinários, onde tanto as empresas associadas como as não associadas colocam seus produtos de linha, facilitando a consulta dos dados das rotulagens e seu registro no MAPA (CPVS, 2017).

Os fármacos mais utilizados em protocolos de IATF para a sincronização e ovulação de bovinos de corte têm como princípio ativo prostaglandinas, GnRH, progesterona e progestágenos, estradiol e eCG (FERRAZ et al., 2008).

Segundo dados do Compêndio de Produtos Veterinários presente no site do SINDAN, existem hoje no mercado uma apresentação de fármaco a base de $PGF_{2\alpha}$, que é o Noroprost® (da empresa Norbrook do Brasil). Essa PG também apresenta um similar sintético, que é o Cloprostenol, o qual é o princípio ativo de diversos hormônios usados no controle hormonal de fêmeas bovinas: Bio-Cio® (Biovet), Ciosin® (Merck Sharp & Dohme Saúde Animal), Cioton Bravet® (Laboratório Bravet), Clocio® (Bimeda), Croniben® (Biogénesis Bagó), Prostaglandina® (Tortuga Cia Zootécnica Agrária), SincroCio® (Ourofino), SincroDL® (Sespo – Divisão Vetbrands Saúde Animal), Sincronize® (Calbos) Sincrosin® (Vallée) e Veteglan® (Hertape). Todos são fármacos injetáveis de administração IM (CPVS, 2017).

O mesmo Compêndio tem registrado três hormônios análogos do GnRH, o Fertigen® (Virbac do Brasil), o Profertil® (Tortuga Cia Zootécnica Agrária) e o Sincroforte (Ourofino). O primeiro tem como princípio ativo o Acetato de Fertirelina, enquanto o segundo é uma Gonaderelina, sob a forma de deacetato tetrahidrato liofilizada, e o terceiro tem Acetato de Buserelina na formulação. Os três são injetáveis e de administração via parenteral (intramuscular, subcutânea ou intravenosa) (CPVS, 2017).

No mercado brasileiro há cinco fármacos a base de progesterona utilizados em bovinos: CIDR® e DIB - Dispositivo Intravaginal Bovino® (da Zoetis), Prociclar® (Hertape), Sincrogest® e Sincrogest Injetável® (da Ourofino). Com exceção do Sincrogest Injetável® da Ourofino Saúde Animal Ltda., que é um

hormônio de administração IM profunda, todos os outros fármacos são dispositivos intravaginais, em formato de “T”, que são inseridos nas matrizes no dia zero (D0) do protocolo de sincronização (CPVS, 2017).

Quanto ao uso dos Estradióis, cinco hormônios com princípio ativo de Benzoato de Estradiol e três com Cipionato de Estradiol são registrados. Benzoato HC[®] (Hertape), Bioestrogen[®] (Biogénesis Bagó), Gonadiol[®] (Zoetis), Sincroben[®] (Bimeda) e Sincrodiol[®] (Ourofino) são fármacos injetável por via IM, a base de BE, indicados para fêmeas bovinas. Já os hormônios de CE são: Gonadiol[®] (Zoetis), E.C.P.[®] (Zoetis) e SincroCP[®] (Ourofino) (CPVS, 2017).

A Gonadotrofina Coriônica Equina tem registrado três produtos no site do Sindan, que são: Ecegon[®] 5.000UI (Biogénesis Bagó), Novormon[®] (Zoetis) e Sincro eCG[®] (Ourofino), os quais são injetáveis por via IM (CPVS, 2017).

2.2.3.2 Protocolos com o uso da PGF_{2α} ou seus análogos sintéticos

A utilização da PGF_{2α} ou seus análogos sintéticos, como por exemplo o cloprostenol, tem função de baixar consideravelmente as concentrações séricas de P4, por meio da luteólise (VASCONCELOS, SANTOS & PEREZ, 2004). A PGF_{2α} atua como agente luteolítico natural associado ao final da fase luteínica regredindo o CL e permitindo o início de um novo ciclo na ausência de fertilização (HAFEZ & HAFEZ, 2004).

A injeção de PGF_{2α} causa a regressão imediata do CL e, com isso, a P4 alcança rapidamente as concentrações basais, o que permite o aumento na frequência de pulsos de LH, elevando também a produção de estradiol pelo FD e, portanto, ocasionando a indução do estro e ovulação (DISKIN et al., 2002). As prostaglandinas provocam a regressão do CL somente entre o 5^o e o 16^o dia do ciclo, ou seja, na presença de um CL funcional, causa manifestação de estro e ovulação em período entre dois e cinco dias após sua administração (MORAES et al., 2014).

Após uma única aplicação de PGF_{2α}, os resultados de prenhez ao primeiro serviço por IATF são baixos, não ultrapassando 20 a 40%. Isto se deve as diferentes etapas do ciclo estral que os animais de um mesmo rebanho se

encontram, sendo recomendável duas aplicações com intervalo de 14 dias para obtenção de melhores resultados (MORAES et al., 2014).

De acordo com Silveira (2010), a $PGF_{2\alpha}$ pode ser utilizada aliando-se a uma fonte de progestágenos, com o intuito de promover melhor sincronização do estro, especialmente se for administrada de 24 a 48h antes da retirada da fonte de progesterona. Cerca de 95% das fêmeas tratadas com o prostaglandina e $PGF_{2\alpha}$, exibem o estro dentro de poucos dias após a retirada do dispositivo intravaginal.

Ao administrar um análogo sintético da PG (cloprostenol sódico) em fêmeas no oitavo mês do ciclo estral, os pesquisadores Waite, Holtan e Stormshak (2005), encontraram significativa redução nas concentrações séricas de P4 em menos de uma hora após a aplicação. Outros autores, Borges et al. (2003), constataram um intervalo de $88,70 \pm 26,10h$ entre a aplicação de cloprostenol sódico e a ovulação, em vacas da raça Nelore tratadas entre o 10º e o 12º dia do ciclo estral. Alguns anos antes, Valle et al. (1994), encontraram, em animais da mesma raça, intervalo de 53,40h entre a aplicação da prostaglandina e a detecção do estro. Outros dois autores concluíram também que o intervalo entre o final do estro induzido por esse análogo sintético da PG e a ovulação, em fêmeas Nelore, varia de 26 a 28 horas (PINHEIRO et al., 1998; BORGES et al., 2003). Ademais, esse mesmo intervalo para fêmeas da raça Gir é igual a $16,65 \pm 1,50h$ e, para fêmeas da raça Guzerá, é de $16,91 \pm 2,57h$ (ALVES et al., 2003).

2.2.3.3 Protocolo Ovsynch

O controle do desenvolvimento folicular e da função lútea pode ser obtido mediante a administração combinada de $PGF_{2\alpha}$ e GnRH, como foi estabelecido por Pursley et al. (1997) que permitiram o desenvolvimento do programa Ovsynch, que está na base da maioria dos programas de sincronização para IATF que surgiram desde então (AZEVEDO et al., 2014).

O GnRH é sintetizado e armazenado no hipotálamo basal médio e fornece uma ligação humoral entre os sistemas endócrino e nervoso. Pulsos de GnRH são liberados no sistema porta-hipotálamo-hipofisário em resposta à estimulação

nervosa, promovendo a liberação de LH e FSH (hormônio folículo-estimulante) da hipófise anterior (HAFEZ & HAFEZ, 2004).

Quando se administra análogos de GnRH em fêmeas, ocorre a indução do pico pré-ovulatório de LH e conseqüentemente a ovulação e/ou a luteinização do folículo induzindo nova onda de crescimento folicular (GOTTSCHALL et al., 2010).

Estudos avaliaram a eficiência do GnRH no momento da IATF e no número de Dias Pós-Parto (DPP) sobre o desempenho reprodutivo, os resultados evidenciam que não existe relação da administração de GnRH no momento da IATF sobre as taxas de prenhez à IATF (TPI) e a taxa de prenhez final (TPF) (GOTTSCHALL et al., 2010).

Martínez et al. (2000) comprovaram que o grupo de animais tratados com GnRH tiveram taxa de concepção à IATF de 48%, considerada aceitável pelos autores. A taxa de cio destes animais tratados somente com GnRH foi de 55%, metade da taxa dos animais tratados com a associação de análogos de estradiol e P4.

O protocolo Ovsynch apresenta a combinação de três administrações hormonais em tempos predeterminados e com três objetivos pré-definidos:

1. A primeira administração intramuscular (IM) de 100µg GnRH, independentemente do dia do ciclo estral em que as vacas se encontram, visa ocasionar a ovulação do FD (presente em aproximadamente 70% dos casos) e emergência de uma nova onda folicular 2 dias depois. No caso dessa primeira administração coincidir com os primeiros três dias de uma onda folicular espontânea, a ovulação não ocorre e a onda folicular segue o seu desenvolvimento normal com a seleção de um FD nos próximos 7 dias (PURSLEY et al, 1995).

2. A aplicação IM de 25mg de PGF_{2α} (D7 = 7 dias depois) tem como objetivo a indução de luteólise, permitindo o crescimento e maturação do FD (PURSLEY et al, 1995).

3. E com a segunda injeção IM de 100µg de GnRH, 48 horas depois (D9), ocorre a indução de um pico de LH, resultando na ovulação do folículo pré-ovulatório dominante cerca de 12 a 18 horas após a administração. Esta ocorre

porque os folículos pré-ovulatórios encontram-se no mesmo estágio de desenvolvimento e respondem ao pico de LH liberado em resposta ao segundo GnRH. Portanto, a IATF é recomendada de 12 a 16 horas após a administração de GnRH (PURSLEY et al, 1995; FERRAZ et al., 2008).

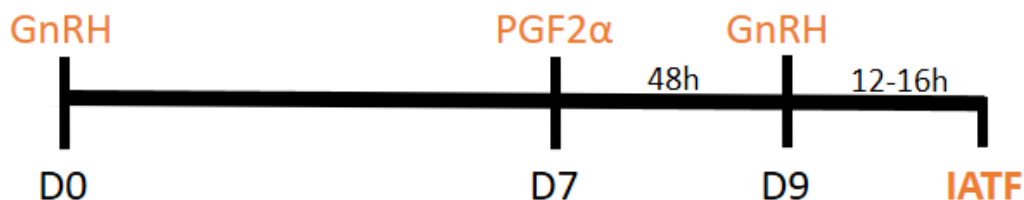


Figura 4: Representação esquemática do protocolo Ovsynch

Fonte: Adaptado de Pursley et al., 1995.

Em um experimento de Baruselli et al. (2002) com o protocolo Ovsynch usado em vacas e novilhas de corte (*Bos taurus indicus*), foi encontrado baixas taxas de concepção, de aproximadamente 15%. Esse programa não sincronizou de forma eficiente a ovulação de novilhas, provavelmente, por esta categoria ter, predominantemente, três ondas de crescimento folicular, e, segundo Pursley et al. (1995) e Santos et al. (2003), animais com três ondas têm menor resposta à primeira aplicação de GnRH, reduzindo a taxa de sincronização porque o intervalo entre ondas nestes animais é mais curto e a chance de se ter folículos com capacidade ovulatória no momento da aplicação do GnRH é menor.

Ademais, esse protocolo é menos eficiente em vacas de corte, provavelmente, devido ao fato de que estes animais se encontram, na maioria das vezes, em anestro no início da estação reprodutiva (BARUSELLI et al., 2002). Barros et al. (2000) e Fernandes et al. (2001), trabalhando com vacas Nelore (*Bos taurus indicus*), encontraram diferenças na taxa de prenhez de fêmeas que estavam em anestro (14,9 e 19,1 %, respectivamente para os autores) ou ciclando (47,7 e 43,3 %, respectivamente) no momento do início do protocolo Ovsynch.

Desde o seu desenvolvimento, o protocolo hormonal Ovsynch foi adotado ampla e rapidamente como ferramenta de programas de reprodução, visando otimizar a eficiência reprodutiva, inicialmente em vacas leiteiras (AZEVEDO, CANADA & SIMÕES, 2014). Entretanto, apesar de aumentar o número de vacas expostas a IA ao resolver a necessidade de detecção do cio, a taxa de gestação

é similar à encontrada para a IA após à detecção correta do estro, não resultando em uma melhoria direta da fertilidade (PURSLEY et al., 1997b; RABIEE, LEAN & STEVENSON, 2005). Isto proporcionou a realização de vários estudos ao longo dos anos, os quais visaram aumentar a eficiência reprodutiva, e originar diferentes protocolos (PANCARCI et al., 2002; PORTALUPPI & STEVENSON, 2005).

2.2.3.3.1 Adaptações do protocolo Ovsynch

Em um trabalho visando a redução dos custos deste protocolo, Barros et al. (2000) testaram a substituição da segunda dose de GnRH por 1,0mg de BE em vacas Nelore ciclando, e não verificaram diferenças na eficiência da sincronização da ovulação nem na taxa de prenhez, já que se obteve 47,7% de prenhez com uso do Ovsynch tradicional e 43,3% mudando o segundo GnRH pelo BE. Entretanto, estes mesmos autores mencionaram a diferença no intervalo entre a aplicação do hormônio e o momento da ovulação: quando foi utilizado o GnRH, o intervalo foi de $37,80 \pm 1,90$ h, sendo menor do que o encontrado quando se utilizou o BE, que foi de $44,16 \pm 2,21$ h.

Meneghetti et al. (2001) verificaram que em vacas em anestro, a taxa de ovulação ao GnRH é influenciada pelo tamanho do FD no dia da aplicação desse hormônio. Nesse mesmo estudo, observou-se que o tamanho do FD no dia da aplicação do GnRH foi influenciado pela remoção de bezerros por 48h, e que as vacas que sofreram remoção apresentaram maior taxa de ovulação à aplicação desse hormônio liberador de gonadotrofina. Portanto, esses autores recomendam a remoção temporária de bezerros por 48h após a aplicação do hormônio, para que ocorra o aumento dos pulsos de LH com consequente aumento da persistência e tamanho do FD, aumentando a taxa de resposta ao GnRH de vacas Nelore em anestro, pós-parto.

Outro pesquisador, Vilela (2004), realizou alguns anos depois IATF em vacas Nelore pós-parto usando o protocolo com injeções de GnRH intercaladas com uma aplicação de $PGF_{2\alpha}$, como preconizado pelo protocolo Ovsynch, mas com a associação de duas remoções de bezerro (de 48 horas cada). A primeira remoção foi antes do início do protocolo e a segunda entre a aplicação da $PGF_{2\alpha}$

e a IATF. Foi testado a inserção de dispositivo de progesterona entre o primeiro GnRH e a PGF_{2α}, e verificou que inclusão do dispositivo aumentou a taxa de concepção a IATF em animais com ECC maior ou igual a 3,50. Concluiu também que animais em anestro apresentaram melhor taxa de concepção a IATF em relação aos animais ciclando, independente do protocolo com ou sem o dispositivo de progesterona (VILELA, 2004).

Um trabalho recente foi desenvolvido visando avaliar a resposta reprodutiva de novilhas de corte aos dois e três anos de idades, submetidas a dois protocolos sincronização e indução de ovulação para IATF. O protocolo usado nos dois grupos foi o Ovsynch associado a P4 por meio de um implante intravaginal de 1g. Esse implante já tinha sido usado previamente por duas vezes, estando, portanto, no seu terceiro uso. No D0 foi administrado 0,01mg de GnRH IM e inserido o dispositivo intravaginal. No D7 foi aplicado uma dose de 0,35mg IM de PGF_{2α} (cloprostenol) e removido o implante. No D9 foi realizada uma segunda aplicação de GnRH na mesma dose, e de 8 a 10 horas depois realizou-se a IATF. Observou-se uma taxa de prenhez à IATF de 46,7%, e os resultados mostraram que a idade das novilhas de corte não teve influência sobre essa taxa (GOTTSCHALL & SILVA, 2012).

2.2.3.4 Protocolos com o uso de P4 e progestágenos

A P4 é um hormônio de importância fundamental para regularização do funcionamento do sistema reprodutor feminino, sendo secretado pelas células luteínicas do CL, placenta e glândula adrenal. A secreção da P4 é estimulada principalmente pelo LH e é fundamental para o desenvolvimento embrionário e manutenção da gestação (SILVEIRA, 2010).

Progestágeno é um termo genérico dado ao grupo de compostos sintéticos que possuem ação semelhante à da P4, mimetizando assim a fase luteal do ciclo estral (VASCONCELOS, SANTOS & PEREZ, 2004). Os progestágenos preparam o endométrio para a implantação, manutenção da prenhez e, juntamente aos estrógenos, induzem a expressão dos sinais do cio, auxiliam no desenvolvimento do tecido secretor da glândula mamária e

provocam a inibição do cio e do pico pré-ovulatório do LH quando em concentrações elevadas (HAFEZ & HAFEZ, 2004).

O fornecimento de progestágenos pode ser de forma injetável, através do alimento, da água potável, em implantes subcutâneos ou liberação intravaginal (esponjas e dispositivos plásticos). Em protocolos realizados associando uma fonte exógena de progesterona, estradiol, gonadotrofina coriônica equina e prostaglandinas, obtém-se em média 60 a 70% de prenhez (SILVEIRA, 2010; MORAES et al., 2014). Atualmente, a base dos protocolos de IATF são os implantes auricular ou intravaginal de P4 em associação com os estrógenos, pois consegue-se maior sincronia das ondas foliculares e ovulações (CASTILHO, 2015).

Em vacas que apresentam anestro, a aplicação de progestágenos exógenos mantém a P4 circulante em concentrações abaixo das encontradas na fase luteal, o que permite a ocorrência de um padrão secretório de LH característico da fase folicular (com alta frequência e baixa amplitude). Esse padrão secretório de LH permite que o folículo continue crescendo e, devido à maior produção de estradiol, ocorre o pico de LH e a ovulação. Todavia, em vacas que ciclam normalmente e que tem a presença do CL, os progestágenos podem aumentar as concentrações séricas de P4 a níveis que diminuem a pulsatilidade do LH, diminuindo o tamanho do FD. Com isso, os implantes de P4 podem mostrar atuação distinta em animais que estão apresentando anestro ou ciclando (MADUREIRA, 2000; VASCONCELOS, SANTOS & PEREZ, 2004).

Foi demonstrado em vários estudos a essencialidade do uso de protocolos com P4 e progestágenos, principalmente no Brasil que tem um modo de criação extensivo de bovinos de corte, com pastagens que normalmente apresentam baixa qualidade e são sujeitas à sazonalidade de produção. As fêmeas muitas vezes ainda não se encontram com ciclicidade adequada no início da estação reprodutiva, devido a deficiências nutricionais ocasionadas pelo sistema de criação e manejo, e, portanto, torna-se primordial o uso desses protocolos funcionais para fêmeas que apresentam anestro (ODDE, 1990; FIKE et al., 1997; YAVAS & WALTON, 2000; DAY, 2004).

Yavas & Walton (2000) mostraram que o implante de P4 em vacas de corte em anestro e com bezerro ao pé mantêm o padrão de crescimento de folículos dominantes pós-parto similar ao observado em fêmeas que ciclam. E, com isso, possibilita que estes folículos atinjam as fases finais da maturação, seguidas de pico de LH, ovulação, formação de CL com duração e função normal (menor incidência de regressão prematura do CL).

Em outro protocolo de IATF, Meneghetti (2006) aplicou o BE no momento que se colocou o dispositivo de P4, administrou $\text{PGF}_{2\alpha}$ no D7 e CE na retirada do dispositivo (D9), e entre a retirada e a IATF os bezerros foram removidos por 48 horas. Esse autor observou uma taxa de concepção a IATF de 51,1%, apesar da alta proporção de animais em anestro, que foi de 83,2%, no início do protocolo. Observou-se também uma melhor concepção nos animais com maior ECC no momento da IATF.

Barros, Ereno e Nogueira (2005) sugeriram que o uso de progestágenos entre a aplicação do primeiro GnRH e da $\text{PGF}_{2\alpha}$ do protocolo Ovsynch poderiam melhorar as taxas de prenhez quando esse programa for utilizado em fêmeas zebuínas de corte criadas extensivamente, tendo, no entanto, considerável aumento nos custos para a sincronização destes animais.

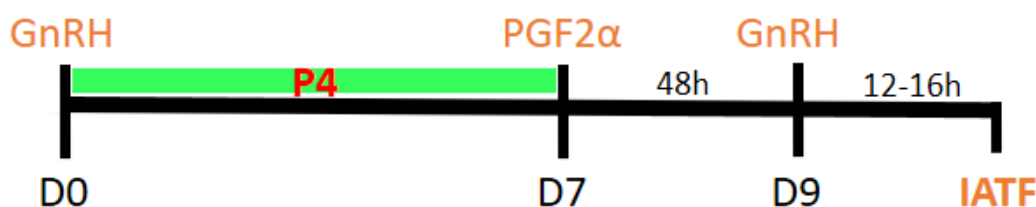


Figura 5: Representação esquemática do protocolo Ovsynch com a inclusão do progestágeno indicado para rebanhos com baixa ciclicidade.

FONTE: Adaptado de Barros et al., 2005.

Solorzano et al. (2004) relataram que 90 e 93% das vacas sincronizadas com implante intravaginal de P4 novo e reutilizado manifestaram sinais de estro após a retirada do implante, quando associado à aplicação de 2mg de BE. Em 2001, Cutaia e colaboradores avaliando o desempenho de vacas e novilhas cruzadas sincronizadas com dispositivos intravaginais novos e reutilizados pela segunda vez, observaram 55 e 61,9% de gestação, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados por De La Ossa (2007) ao sincronizar o estro de

95 vacas mestiças utilizando-se dispositivo intravaginal de progesterona novo, reutilizado uma e duas vezes, e não encontraram diferença na taxa de gestação, que foi de 54,8% com o uso do implante novo, 62,5% com o reutilizado uma vez e 53,1% na segunda reutilização.

2.2.3.5 Protocolos com a associação de estradióis e progestágenos

O estradiol é o estrógeno biologicamente produzido pelo ovário, com quantidades menores de estrona, mas outros tecidos também podem produzi-lo como, por exemplo, a placenta, o córtex adrenal, testículos, cérebros e outros. Os estrógenos possuem diversas funções na fisiologia reprodutiva como a expressão de cio, características sexuais secundárias, indução da liberação do GnRH e do LH (HAFEZ & HAFEZ, 2004; PIMENTA, 2014).

O estradiol é apresentado de 3 diferentes formas exógenas: benzoato de estradiol (BE), cipionato de estradiol (CE) e valerato de estradiol (VE). O mesmo autor acrescenta que o estradiol tem duas principais funções: quando se aplica no início do protocolo, juntamente com progestágenos, tem a finalidade de provocar atresia dos folículos existentes, para assim induzir o surgimento de uma nova onda folicular de 3 a 5 dias pós aplicação, que assegura a presença de um folículo novo e um oócito viável para prosseguir com o protocolo; e a outra função é quando se aplica o estrógeno e retira-se o dispositivo progestágeno, onde favorece-se a liberação de GnRH, que é capaz de aumentar o pico do hormônio luteinizante (LH) para ocorrência da ovulação, assim pode-se executar a IATF em menor tempo (PERALTA-TORRES et al., 2010).

Estudos realizados por Peralta-Torres et al. (2010), confirmam a eficácia de protocolos utilizando BE e CE. Do total de fêmeas no estudo (227 animais da raça Brahman comercial), 62% apresentaram estro e desta percentagem, 78% apresentaram o comportamento estral durante o entardecer e pela manhã. O mesmo autor ainda complementa que o uso de CE e BE na sincronização de vacas e novilhas pode ter um efeito favorável sobre as taxas de manifestação de estro dos animais, mas não sobre as taxas de prenhez, a qual depende de fatores ambientais e intrínsecos ao animal.

O BE, por ser um análogo sintético de ação estrogênica, tem a mesma eficiência do 17β estradiol na indução de uma nova onda de crescimento folicular e na sincronização da ovulação (MAPLETOFT et al., 2002; MARTÍNEZ et al., 2005). Os protocolos com BE e implantes de P4 no início do tratamento hormonal resultam em boas taxas de sincronização da ovulação e de gestação à IATF (BÓ, BARUSELLI & MARTÍNEZ, 2003), devido à sincronização da indução de uma nova onda de crescimento folicular (MARTÍNEZ et al., 2000). Vários estudos têm demonstrado que a emergência dessa nova onda de crescimento folicular ocorre em torno de quatro dias após o início do tratamento com BE (BÓ et al., 1994; BARROS et al., 2000; MARTÍNEZ et al., 2000; MORENO et al., 2001; DISKIN et al., 2002; BÓ, BARUSELLI & MARTÍNEZ, 2003), provavelmente devido à supressão temporária do FSH e/ou do LH, o que leva à atresia do FD presente, em qualquer que seja o estágio da onda, e início de uma nova onda de crescimento folicular (DISKIN, AUSTIN & ROCHE, 2002), como observado por Ferraz (2007).

A sincronização de uma nova onda de crescimento folicular durante o período de administração do progestágeno proporciona, pelo menos, duas vantagens: evita-se a formação de folículos persistentes e homogeneiza-se o estágio de desenvolvimento folicular ao final do tratamento, sincronizando de forma mais eficiente as ovulações (MADUREIRA et al., 2000).

De acordo com Barros et al. (2005), utiliza-se predominantemente o protocolo que consiste na administração de 2,0mg de BE no momento da inserção do dispositivo de P4, sendo este considerado o dia zero (D0) do protocolo. Após oito dias (D8), juntamente com a retirada do implante, realiza-se a aplicação de 0,50mg, IM, do análogo sintético da $PGF_{2\alpha}$ (cloprostenol sódico). Depois de mais 24 horas (D9) aplica-se 1,0mg, IM, de BE, e insemina a fêmea de 30 a 36 horas depois.

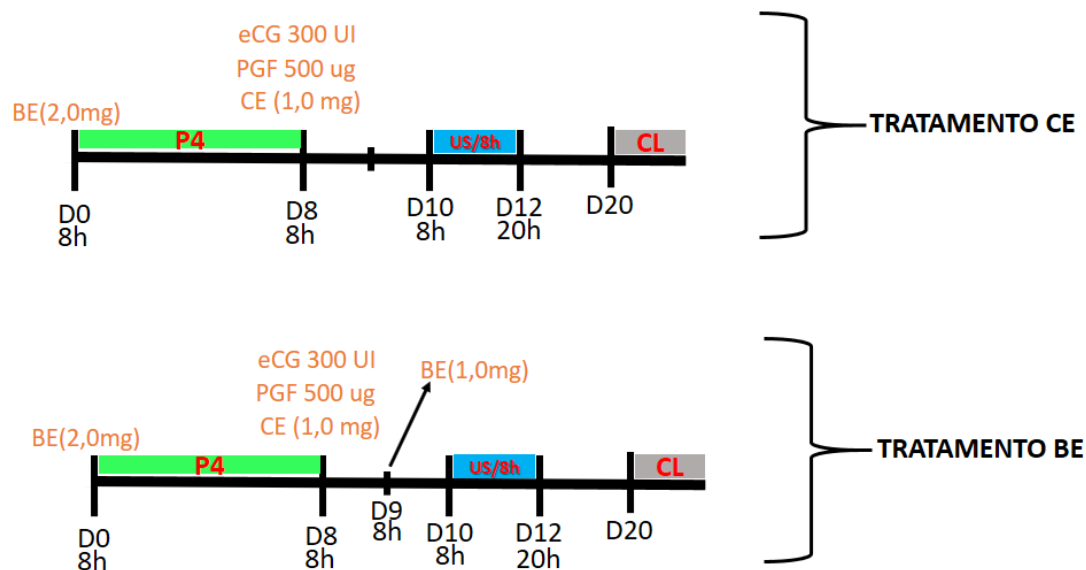


Figura 7: Representação esquemática dos protocolos com tratamento de CE e BE.

Ambos tratamentos foram submetidos a exames de ultrassonografia transretal (US) a partir do D10, realizado a cada 8h até às 20:00h do D12. E o diâmetro do CL foi verificado no D20 pela mesma técnica.

FONTE: Adaptado de ANDRADE, 2012.

A utilização do BE 24h após a remoção do dispositivo de P4 induziu o pico de LH em 16h, e as ovulações em 40h após a sua administração (HANLON et al., 1997). O uso do CE no momento da retirada do dispositivo de P4 resultou em um pico de LH e ovulações, respectivamente, 38 e 66h após (AMBROSE et al., 2001). Estudos conduzidos por Crepaldi (2009) e Peralta-Torres et al. (2010) revelaram que a administração do CE simultânea a retirada do dispositivo de P4 promoveu a ovulação de forma sincronizada, em cerca de 72h após seu uso, resultando em um momento semelhante ao protocolo em que se empregou o BE 24h após a remoção da P4.

2.2.3.6 Protocolo com o uso do eCG

O fármaco eCG é de ação prolongada, sendo produzido nos cálices endometriais de éguas prenhes (40 a 130 dias) com a finalidade de se ligar aos receptores de FSH e LH dos folículos e aos receptores LH do CL, criando condições para o crescimento folicular e ovulação. Além disso, o eCG tem-se mostrado eficiente para rebanhos com baixa taxa de ciclicidade, tanto em

animais recém paridos quanto animais com condição corporal comprometida (STEWART & ALLEN, 1981; BARUSELLI et al., 2004).

Cutaia et al. (2001) constataram efeito positivo do uso de eCG quando avaliou-se a condição ovariana, sendo que este foi mais significativo conforme aumentou o grau de anestro. Ademais, nos animais cíclicos não se verificou efeito positivo no tratamento com eCG.

Trabalhos mostram que a administração IM de 400 unidades internacionais (UI) de eCG juntamente com a aplicação de $\text{PGF}_{2\alpha}$, tende a aumentar a taxa de prenhez de vacas em anestro pós-parto (BARUSELLI et al., 2004; BARROS, ERENO & NOGUEIRA, 2005).

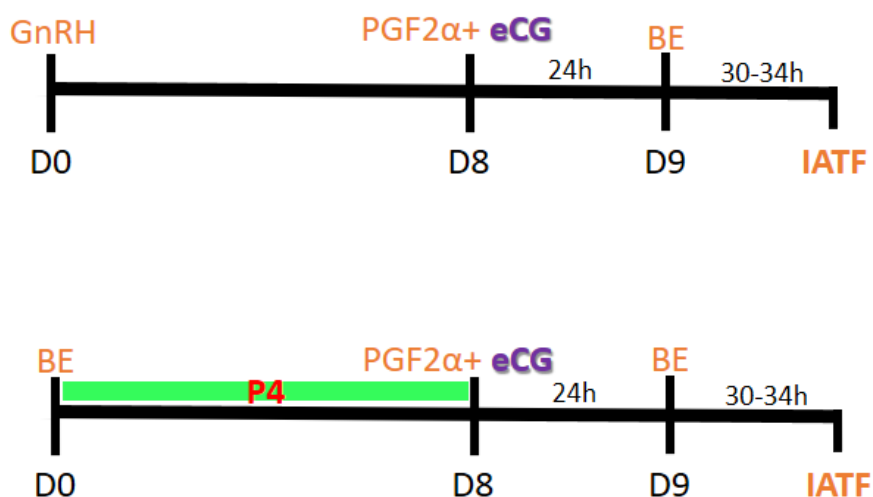


Figura 8: Protocolos com uso do eCG indicados para fêmeas com baixa ciclicidade ou em anestro.

FONTE: Adaptado de Baruselli et al, 2004 e Barros et al., 2005.

Vacas no pasto e recém paridas (75 a 19 dias pós-parto) tratadas com eCG, após a retirada do dispositivo progestágeno, apresentaram maiores taxas de prenhez após a IATF quando comparadas a um grupo que não recebeu o hormônio. Neste mesmo experimento, avaliou-se também a condição ovariana das vacas, constatando que o efeito positivo do eCG aumentou conforme aumentou o grau de anestro. Averiguou-se também um efeito positivo de animais tratados com eCG após a retirada de um implante auricular de progestágeno, aumentando o diâmetro do FD, além de aumentar as taxas de ovulação e concepção (BARUSELLI et al., 2004).

Wecker et al. (2012) realizaram um experimento com vacas não lactantes da raça Brangus (5/8 Angus e 3/8 Brahman) e notaram que as matrizes tratadas com 400UI de eCG sete dias após a realização da IATF demonstraram maior número de CL com área maior que 2cm² e maior crescimento folicular no D12 após a IATF em relação ao grupo não tratado com o eCG, evidenciando assim a ação luteotrófica desse hormônio.

Para melhorar a eficiência reprodutiva do rebanho, estimulando a ovulação pós-parto em fêmeas em anestro, deve-se atentar para a importância do eCG em aumentar as taxas de crescimento folicular, ovulação e de prenhez após o tratamento de sincronização, aumentando a eficiência dos protocolos de IATF (MELLO et al., 2014).

Pasolini & Ferreira (2014) concluíram que a utilização do eCG no protocolo de IATF em fêmeas Nelore com satisfatória condição corporal é infactível economicamente, pois não aumenta a taxa de concepção e eleva o custo do protocolo em 80%. Ademais, o mesmo autor cita que animais que não estejam ciclando e ainda com baixo ECC, é aconselhável a aplicação do eCG, com o objetivo de minimizar os efeitos negativos da má condição corporal e ainda do anestro pós-parto.

2.3 PRINCIPAIS MANEJOS PARA UTILIZAÇÃO DA IATF

Como demonstrado anteriormente, existem diversas maneiras de associar a IATF com os protocolos hormonais reprodutivos, e esse tipo de combinação depende da escolha do manejo a ser utilizado e da infra-estrutura da fazenda (BARUSELLI et al., 2015). As principais alternativas de manejo que se aplica a IATF serão descritas em seguida visando demonstrar como essa biotécnica pode ser utilizada em propriedades de gado de corte. Todos os manejos citados foram fundamentados em estudos realizados pelo grupo de pesquisa Baruselli et al. (2015).

2.3.1 IATF associada a monta natural

Nesse tipo de manejo as fêmeas são primeiramente submetidas à sincronização de cio e indução da ovulação e, em seguida, são expostas a touros de repasse que se mantêm no lote até o final da EM (BARUSELLI et al., 2015). Segundo Baruselli et al. (2015), esse programa visa que cerca de 50% (40 a 60%) das fêmeas estejam prenhes por IATF já nos primeiros dias da EM, e as demais deverão ser cobertas à medida que retornarem ao cio.

Os mesmos autores recomendam iniciar o protocolo de sincronização da ovulação para a realização da IATF a partir de 30 dias após o parto. Se, por exemplo, o protocolo for iniciado em média 45 dias pós-parto, com duração de 10 dias, as fêmeas serão inseminadas 55 dias após parirem. E as fêmeas que não ficaram prenhes têm uma nova ovulação de 18 a 25 dias após a IATF, se estiverem junto a touros no primeiro repasse. É necessário 1 touro para 20/25 vacas sincronizadas. Nesse manejo com uma IATF seguida de repasse com touros durante a EM, é possível alcançar de 80 a 90% de taxa de prenhez ao final da EM, com intervalos entre partos do rebanho de aproximadamente 12 meses (BARUSELLI et al., 2015).

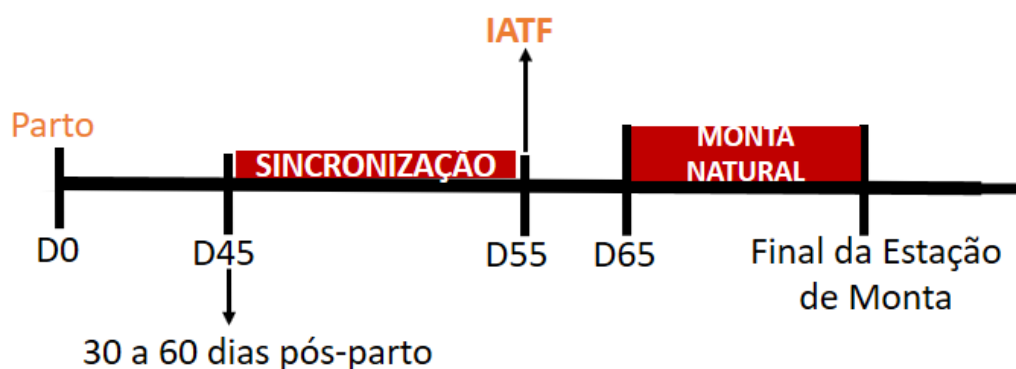


Figura 9: Manejo reprodutivo de um programa de IATF associado a monta natural com touros para o repasse de fêmeas não gestantes.

FONTE: Adaptado de Baruselli et al, 2015.

2.3.2 IATF associada a observação de estro para IA e monta natural

Esse manejo se difere do anterior, pois na introdução de touros para repasse, realiza-se a observação de estro de 18 a 25 dias após a primeira IATF, e as vacas que não ficaram prenhes e retornaram ao estro são inseminadas novamente. Em seguida, os touros de repasse são introduzidos nos lotes de

fêmeas não gestantes, e permanecem até o final da EM (BARUSELLI et al., 2015).

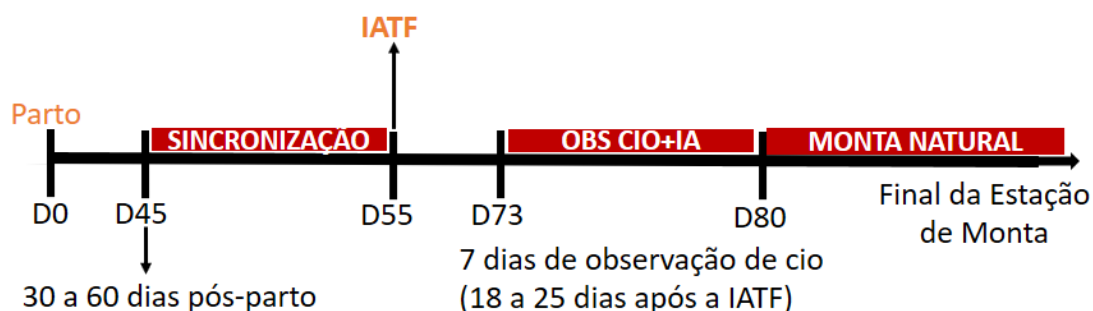


Figura 10: Manejo reprodutivo de um programa de IATF associado a observação de estro e IA das fêmeas não gestantes e, posteriormente, introdução de touros para o repasse das fêmeas vazias.

FONTE: Adaptado de Baruselli et al, 2015.

Assim como o manejo anterior, estima-se uma taxa de concepção de 50% à primeira IATF, a qual soma-se 60% de prenhez das fêmeas que retornaram ao cio e foram inseminadas, considerando-se 50% de taxa de serviço das vazias, que são as fêmeas não gestantes à primeira IATF e detectadas em estro 18 a 25 dias após a IATF. Portanto, mais de 15% das fêmeas ficam prenhes por IA com a detecção de cio. Ademais, o repasse de touros pode tornar gestante de 60 a 80% das fêmeas não prenhes à primeira IATF e à segunda IA, totalizando ao final da EM, uma taxa de prenhez de 80 a 90% (BARUSELLI et al., 2015).

Com esse tipo de associação de IATF e manejo, é possível elevar a porcentagem de vacas gestantes por IA, o que intensifica o melhoramento genético do rebanho. A única desvantagem é a necessidade de detecção de cio duas vezes ao dia durante uma semana (BARUSELLI et al., 2015).

2.3.3 IATF associada ressincronização após o diagnóstico de gestação seguida de monta natural

Esse manejo difere um pouco dos dois anteriores, pois ele estabelece dois programas de sincronização para IATF com aproximadamente 40 dias de intervalo entre as inseminações (BARUSELLI et al., 2015).

Portanto Baruselli et al. (2015) recomendam iniciar o protocolo de sincronização da ovulação para a realização da IATF a partir de 30 dias após o

parto. Se, por exemplo, o protocolo for iniciado em média 45 dias pós-parto, com duração de 10 dias, as fêmeas serão inseminadas 55 dias após parirem. O diagnóstico de gestação é realizado por ultrassonografia transretal cerca de 30 dias após a IATF. As fêmeas que não ficaram prenhes nessa primeira inseminação serão expostas a um novo protocolo de sincronização e recebem a segunda IATF com intervalo de 40 dias. Após a segunda IATF, os touros de repasse são introduzidos nos lotes e mantidos até o final da EM (BARUSELLI et al., 2015).

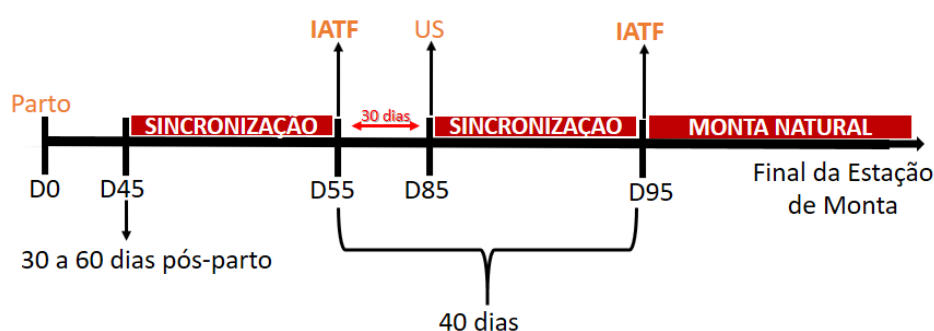


Figura 11: Manejo reprodutivo de um programa de IATF seguido pelo diagnóstico de gestação por ultrassonografia (US) e resincronização das fêmeas não prenhes para receberem a segunda IATF. E posterior introdução de touros para o repasse das fêmeas vazias.

FONTE: Adaptado de Baruselli et al, 2015.

O principal ponto positivo desse tipo de manejo é a possibilidade de inseminar um grande número de animais sem a necessidade de observar o estro das fêmeas, tendo, portanto, 100% de serviços nas duas IATF. E a única desvantagem é a segunda IA ocorrer em dia mais avançado da EM por conta da necessidade de diagnóstico de gestação por ultrassonografia para reiniciar o protocolo de sincronização (BARUSELLI et al., 2015).

A equipe de pesquisa de Baruselli et al. (2015) verificou com esse tipo de manejo, uma taxa de prenhez à primeira IATF de 56,1% e de 49,3% à segunda IATF, obtendo um total de 77,8% de fêmeas gestantes após duas IATFs, com intervalo de 40 dias entre as inseminações. Esses autores concluíram que se a resincronização for utilizada de maneira adequada e em condições propícias de nutrição, sanidade e manejo, é possível obter 77,8% de taxa de prenhez nos primeiros 40 dias de EM, mantendo o intervalo entre partos médio dos animais gestantes por IATF de 11,6 meses. E devido a quantidade de fêmeas gestantes

próxima a 80%, a relação touro vaca, até o final da EM, quando esses são introduzidos para repassar as fêmeas não gestantes, é reduzida para 1/40 (BARUSELLI et al., 2015).

2.3.4 IATF associada a duas ressincronizações

Esse manejo estabelece três programas de sincronização para IATF, o que conseqüentemente aumenta o número de fêmeas gestantes por IA e diminui o número de touros necessários para o repasse de vacas vazias (BARUSELLI et al., 2015).

Se, por exemplo, o protocolo de sincronização da ovulação for iniciado em média 45 dias pós-parto, com duração de 10 dias, as fêmeas serão inseminadas pela primeira vez 55 dias após parirem. Após 30 dias, faz-se o diagnóstico de gestação por ultrassonografia transretal e as vacas que não ficaram prenhes nessa primeira inseminação serão expostas a um novo protocolo de sincronização e recebem a segunda IATF com intervalo de 40 dias. Após a segunda IATF, é realizado um novo diagnóstico de gestação 30 dias após a IATF, e se institui novamente o protocolo de sincronização nas fêmeas que não se tornaram gestantes, as quais receberem a terceira IATF 80 dias depois da primeira inseminação (BARUSELLI et al., 2015).

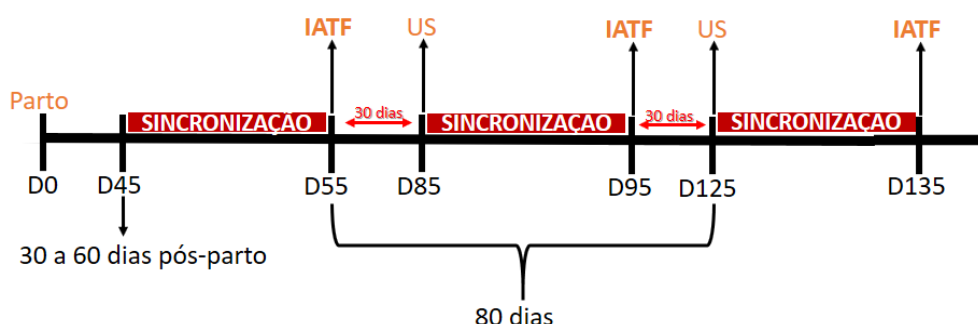


Figura 12: Manejo reprodutivo de um programa de IATF seguido pelo diagnóstico de gestação por ultrassonografia (US) com duas ressincronizações das fêmeas não prenhes para receberem a segunda e a terceira IATF.
 FONTE: Adaptado de Baruselli et al, 2015.

Marques et al. (2012) mostraram resultados indicativos de que a associação da terceira IATF possibilita a obtenção de 91,1% de taxa de prenhez em 80 dias de EM com 12 meses de intervalo entre partos.

2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DA IA E IATF

A IA apresenta diversas vantagens, tais como a padronização do rebanho, controle de doenças sexualmente transmissíveis, ordenação do trabalho na fazenda e a diminuição do custo de reposição de touros, mas a principal vantagem dessa biotécnica está diretamente ligada ao melhoramento genético e à obtenção de animais com maior potencial de produção e reprodução. Ademais, a IA proporciona melhoria decorrente do cruzamento entre raças que, no Brasil, geralmente consiste na utilização de sêmen de touros europeus provados em vacas zebuínas de rebanho comercial (BARUSELLI et al., 2004).

A IA ainda facilita a identificação de touros superiores por meio da ligação genética entre animais submetido às mesmas oportunidades (grupo de contemporâneos), e aumenta a confiabilidade das estimativas das diferenças esperadas na progênie (DEP) em programas de avaliação genética. Ademais, viabiliza a possibilidade de determinados sistemas de cruzamento entre raças para produção de carne bovina ou desenvolvimento de populações de bovinos compostos, aumentando a heterose ou vigor híbrido (ALENCAR, 2004).

Em contrapartida, os principais fatores que limitam a utilização da IA são as falhas na detecção de cio, anestro pós-parto e a puberdade tardia nos animais (BARUSELLI et al., 2004).

As vantagens para utilização dos protocolos de IATF são as mesmas apresentadas para IA, com o acréscimo que os protocolos em tempo fixo preconizam induzir a emergência de uma nova onda de crescimento folicular sincronizada, controlam a duração do crescimento folicular até o estágio pré-ovulatório, sincronizam a inserção e a retirada da fonte de progesterona exógena (dispositivo) e endógena (prostaglandina F_{2α}), e induz a ovulação sincronizada em todos os animais simultaneamente, assim padronizando com precisão as épocas de inseminação, nascimentos e partições (BARUSELLI et al., 2004; GODOI, SILVA & PAULA, 2010).

De acordo com Baruselli et al. (2004), a incorporação de protocolos de IATF pode reduzir o problema de detecção de estro e também fornece a

possibilidade de aplicação de protocolos em vacas recém-paridas. Sendo assim, o autor ainda complementa que a aplicação bem-sucedida de IA no gado, não só tem que superar o problema de detecção de estro, mas também lidar com o problema do anestro nutricional e também induzido por aleitamento.

O uso da IATF reduz o impacto do anestro pós-parto na eficiência reprodutiva, pois promove a indução da ovulação de fêmeas acíclicas no início dos protocolos de sincronização da ovulação. Em decorrência disso, elevadas taxas de prenhez e número de bezerros nascidos são alcançados e número de fêmeas descartadas sem necessidade é diminuído (BARUSELLI et al., 2013).

Os programas de IATF diminuem o intervalo parto-concepção e o IEP, possibilitando que as fêmeas com um adequado puerpério sejam inseminadas logo após o período de involução (a partir de 30 dias), independentemente da ocorrência de cio, elevando-se a taxa de serviço para 100% (BARUSELLI et al., 2013).

Como desvantagens, podemos citar que os animais têm que ser inseminados em um curto período, ademais, é necessária mão de obra qualificada e também requer de três a quatro manejos no curral (BARUSELLI et al., 2004; GODOI, SILVA & PAULA, 2010).

2.5 PRINCIPAIS FATORES QUE AFETAM A FERTILIDADE DO REBANHO E O SUCESSO DAS BIOTÉCNICAS

A falha reprodutiva é um dos principais fatores que afetam a produção e reprodução nos rebanhos de corte. Para as fêmeas, o bezerro e o balanço energético negativos são os dois fatores mais importantes que aumentam a duração do anestro devido ao seu efeito negativo sobre a frequência de pulsos de LH e desenvolvimento folicular. Ademais, a condição corporal da vaca à inseminação, a estação de monta, a suplementação mineral, a sanidade do rebanho e a qualidade seminal bovina são elementos que afetam diretamente ou indiretamente a reprodução e o sucesso da inseminação artificial nos rebanhos de corte (DISKIN & SCREENAN, 1980; SÁ FILHO et al., 2009).

2.5.1 Anestro Pós-Parto

A inatividade sexual, com ausência de manifestação de estro e ovulação é chamada de anestro. Apesar da ocorrência do desenvolvimento folicular no anestro, nenhum dos folículos que inicia o seu crescimento ovula. O anestro pós-parto é um período de transição durante o qual o eixo hipotalâmico-hipofisário-uterino funcional recupera-se da gravidez anterior. São necessárias de duas a três semanas para que ocorra o início da involução uterina e o reabastecimento das concentrações de LH da pituitária anterior para que as ondas de crescimento folicular ovariano retomem. Assim, em um prazo de três semanas após o parto, a vaca está apta a retomar a ciclicidade (BARUSELLI et al., 2013; YAVAS & WALTON, 2000).

O anestro verdadeiro (redução temporária ou permanente da atividade ovariana), pode ser provocado por mudanças estacionais no ambiente extrínseco ou intrínseco do animal. Aproximadamente 80% da variação na fertilidade bovina é devido a fatores ambientais, dentre os quais mais de 50% estão relacionados à nutrição (HAFEZ & HAFEZ, 2004; BARUSELLI et al., 2013).

A duração do anestro pós-parto é afetada por quatro principais fatores: aleitamento, nutrição, estação e idade da vaca, e vários fatores menores, como raça, variação genética individual, estresse, presença de touros, doenças, parto gêmeo, distocia e retenção de placenta. Como as vacas primíparas ainda estão crescendo, a frequência de pulso LH após o parto é menor e o anestro pós-parto é de 1 a 4 semanas a mais do que em vacas múltíparas (YAVAS & WALTON, 2000).

É comum que ocorra a perda das reservas corporais das fêmeas durante o período pós-parto, evidenciado pela diminuição do escore de condição corporal, sendo que o escore pode afetar a eficiência reprodutiva tanto de vacas quanto de touros utilizados na reprodução (BARUSELLI et al., 2013).

2.5.2 Escore de Condição Corporal

O ECC é uma maneira subjetiva de se avaliar as reservas energéticas, tanto para bovinos de corte quanto para bovinos de leite. O método é baseado em observações visuais e palpação das áreas específicas para avaliar os depósitos de tecido adiposo e massa muscular. O ECC varia de acordo com o método adotado, porém os valores mais altos sempre indicam animais com mais reserva corporal (LAGO et al., 2001).

Para se obter uma observação do ECC mais precisa, há áreas de observação e toque específicas que o NRC (1996) preconiza (Figura 3): a região identificada com o número 1 é a linha dorso-lombar; 2 é a base da cauda do animal; 3 é a região dos ísquios; 4 é a região dos íleos; 5 é a localização das costelas; e 6 é a região do peito do animal.

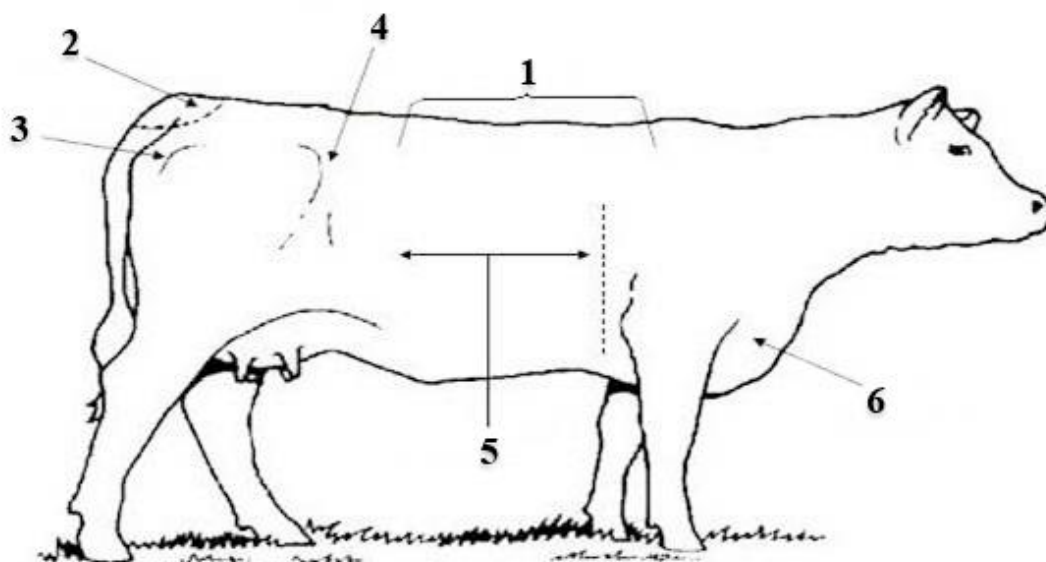


Figura 13: Áreas de observação e palpação para medição do Escore de Condição Corporal de vacas de corte.

Fonte: adaptado de PRADO & PRADO, 2017.

NOGUEIRA et al. (2015), realizaram uma adaptação do sistema proposto pelo NRC (1996), apresentado na Tabela 1. MACHADO et al., 2008 apresentaram uma segunda classificação do ECC que varia de uma escala de 1 a 5 (Tabela 2). Ambos apresentam escalas para gado de corte e gado de leite, sendo somente apresentado as classificações para o gado de corte.

Tabela 2: Classificação de Escore de Condição Corporal (escala 1 a 9).

ESCORE		APARÊNCIA DO ANIMAL
1	Caquético	Animais debilitados. Estrutura óssea de paleta, costelas, íleo e ísquio pontiagudos e facilmente visíveis. Poucos sinais de depósitos de gordura ou músculos
2	Muito magro	Magreza visível, mas não ocorre a debilidade como no caso de animais com escore 1. Pouca gordura e musculatura. Os processos transversos e espinhosos são visíveis e pontiagudos ao toque, com espaço entre eles.
3	Magro	Presença leve de gordura sobre o lombo e costelas anteriores. Espinha dorsal ainda bastante visível. Processos espinhosos podem ser identificados individualmente por palpação e provavelmente ainda visíveis.
4	Limítrofe	Costelas anteriores não notáveis aos olhos, duas últimas costelas visíveis, processos transversos identificáveis apenas por palpação leve, arredondados e não pontiagudos. Musculatura retilínea do posterior.
5	Moderado	Últimas costelas não perceptíveis aos olhos, ao menos que o animal esteja em jejum prolongado, processos transversos não perceptíveis aos olhos, mas apenas com palpação firme. Presença de deposição moderada de gordura na inserção da cauda.
6	Bom	Costelas totalmente cobertas e não perceptíveis aos olhos. Posterior convexo, cheio. Depósitos de gordura perceptíveis à palpação em ambos os lados da inserção da cauda e nas costelas anteriores. Percepção de processos transversos apenas por firme palpação.
7	Muito bom	Fim dos processos espinhosos perceptível apenas com palpação bastante firme. Espaços entre os processos dificilmente distinguíveis. Depósitos de gordura abundantes em cada lado da inserção da cauda e perceptíveis aos olhos.
8	Gordo	Animal liso com estrutura esquelética não visível. Cobertura de gordura espessa com depósitos visíveis.

ESCORE		APARÊNCIA DO ANIMAL
9	Muito Gordo	Animal com estrutura esquelética não visível, talvez nem facilmente perceptível à palpação. Mobilidade provavelmente prejudicada pelo excesso de gordura.

Tabela 3: Classificação de Escore de Condição Corporal (escala de 1 a 5).

ESCORE		APARÊNCIA DO ANIMAL
1	Caquético ou emaciado	Processos transversos e espinhosos proeminentes e visíveis. Total visibilidade das costelas, cauda inclusa dentro do coxal e íleos e ísquios encontram-se expostos. Atrofia muscular (aparência “pele e osso”).
2	Magro	Ossos bastante salientes, proeminência dos processos dorsais, íleos e ísquios. Costelas com pouca cobertura, cauda menos inclusa no coxal (aparência mais alta). Pele firme e aderida ao corpo.
3	Médio ou ideal	Suave cobertura muscular com alguns músculos à vista. Processos dorsais pouco visíveis; costelas quase cobertas e processos transversos pouco aparentes. Ausência de camada de gordura. Superfície do corpo lisa e pele esta flexível (levanta-se com facilidade).
4	Gordo	Boa cobertura muscular, com pouca deposição de gordura na inserção da cauda. Costelas e processos transversos completamente cobertos. Regiões do corpo bem definidas, porém, partes angulares do esqueleto são menos identificáveis.
5	Obeso	Todos os ângulos do corpo estão cobertos, incluso das partes mais salientes do corpo. Camadas de gordura acentuadas na base da cauda e maçã do peito. Animal mais arredondado. Estado aceitável para animais prontos para abate.

Nicholson & Butterworth (1986) que, conduziram no Continente Africano, o primeiro experimento de observação de ECC para Zebuínos, comentam que os dados resultantes de coletas dos escores são úteis tanto no momento da coleta, para detectar diferenças entre os grupos e, ao longo do tempo, para revelar as mudanças dentro dos grupos, sendo que os resultados também têm importância prática para a produtividade do gado.

As vacas com boa condição ao parto, retornam ao cio mais rapidamente e têm maiores taxas de reconcepção. Pode-se concluir, que a coleta de dados do escore corpóreo dos animais é mais importante que o próprio peso do animal, já que indica o status nutricional e pode auxiliar nas tomadas de decisão para melhoria da condição nutricional individual ou do rebanho (NOGUEIRA et al., 2015).

2.5.3 Estação de Monta

Estação de monta ou estação reprodutiva é o período do ano em que submetemos as matrizes aptas à reprodução, ao acasalamento, podendo este ser efetuado com touros (monta natural ou controlada) ou por IA. O objetivo principal da estação de monta é elevar a eficiência reprodutiva do rebanho, sendo que o sincronismo é o ponto chave para o sucesso de uma estação bem delimitada (CARVALHO & ZAPPA, 2009).

A presença do touro com o rebanho durante o ano todo é o principal sistema de monta adotado em rebanhos comerciais do país, distribuindo os nascimentos ao longo do ano, apesar de concentrarem durante os meses de julho a setembro. A ocorrência de nascimentos em épocas desapropriadas prejudica o desenvolvimento dos bezerros, devido à maior incidência de doenças e de parasitas, ou à menor disponibilidade de pastagens para as matrizes, durante o período de lactação (EMBRAPA, 1996).

A fertilidade do rebanho apresenta variações vinculadas às condições climáticas, e ao estabelecimento de uma estação de monta limitada, sendo então uma decisão importante e de grande impacto na fertilidade. A estação de monta bem delimitada permite melhor controle sobre o rebanho de cria, adequando o

período de maior exigência nutricional (lactação), com o fim da estação seca e início das águas (EMBRAPA, 1996).

Devido à grande extensão territorial brasileira, há variações na época do ano em que se estabelece a estação de monta. Na realidade, as variações ocorrem na tentativa de contemplar uma mesma finalidade de disponibilizar forragem no período de maior necessidade tanto da vaca quanto do bezerro (TORRES-JÚNIOR et al., 2009).

Para as Regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, a EM natural (não controlada), concentra-se entre os meses de outubro a fevereiro, nos quais as pastagens são de maior digestibilidade, além disso, permite a concentração de parições entre junho a outubro. O período de monta adotado pelos criadores é variável, mas, geralmente, entre os meses de março e abril os touros não permanecem com as vacas, e de outubro a janeiro são os meses de maior consenso entre os criadores para a permanência dos machos com as fêmeas (CARVALHO & ZAPPA, 2009).

O emprego da EM, além de otimizar a utilização da forragem, ainda contribui na organização do tempo disponível para outras atividades dentro da fazenda, como, por exemplo, controle zootécnico e calendário sanitário, favorecendo também a padronização dos lotes de bezerros e o aumento do peso ao desmame (TORRES-JÚNIOR et al., 2009).

A época mais indicada para as atividades reprodutivas depende do período mais apropriado para nascimentos e desmame, além disso, a demanda e as variações do mercado também devem direcionar o produtor em relação à época certa dos acasalamentos ou da EM (TORRES-JÚNIOR et al., 2009).

Para novilhas, a EM não deve ultrapassar 45 dias, e para vacas adultas deve ser de 60 a 90 dias. Para primíparas, tanto o início como final da estação devem ser antecipados pelo menos 30 dias em relação ao das vacas, visando proporcionar às novilhas, por estarem ainda em crescimento e lactação, requerem tempo suficiente para a recuperação do estado fisiológico e iniciar o segundo período de monta, junto com as demais categorias de fêmeas (EMBRAPA, 2001). A sincronização de estros é uma ferramenta importante, já que viabiliza boa concentração de partos das novilhas no início da temporada de

parição (início de agosto) e o desmame no momento mais adequado quanto à disponibilidade de forragem nos sistemas de criação extensivos (fevereiro ou março do ano seguinte) (MORAES et al., 2014).

2.5.4 Suplementação mineral como estratégia nutricional na reprodução de bovinos de corte

O manejo nutricional pode ser considerado um dos principais fatores que afetam a reprodução de bovinos de corte, assim, dentro do manejo nutricional, a suplementação mineral tem mérito importante no sistema. O atendimento das exigências nutricionais dos animais manifesta-se das relações entre consumo, fermentação, digestão, absorção e utilização de nutrientes pelos tecidos, definindo as relações metabólicas e interconversões de nutrientes (PAULINO et al., 2003).

Todos os tecidos animais e vegetais contêm quantidades e proporções de elementos minerais variáveis, porém muito deles, apesar de estarem presentes no corpo, não desempenham função específica no metabolismo animal. As exigências podem ser afetadas pela raça ou grupo genético do animal, alimentação, nível de produção e ambiente. Para bovinos, são expressas em quantidade por dia ou por unidade e produto, e também em proporção de matéria seca consumida (SUTTLE, 2010).

Vinte e dois minerais foram identificados como essenciais para a vida animal, sendo divididos em macrominerais e microminerais. São macrominerais: cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloro (Cl), magnésio (Mg) e enxofre (S). Consideram-se microminerais: ferro (Fe), iodo (I), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) cobalto (Co), molibdênio (Mo), selênio (Se), cromo (Cr), estanho (Sn), vanádio (V), flúor (F), silício (Si), níquel (Ni) e argônio (Ar) (SPEARS & KEGLEY, 2002).

Embora presentes no corpo animal em menor proporção que outros nutrientes, os minerais desempenham funções vitais no organismo, e suas deficiências podem acarretar alterações nutricionais severas, levando o animal a apresentar respostas produtivas e reprodutivas abaixo de seu potencial

(SUTTLE, 2010). Costa e Silva et al. (2016) expuseram que os minerais possuem cinco funções básicas no organismo animal, são elas:

1. Estrutural: composição dos órgãos e tecidos corporais, como: Ca, P, Mg, F e Si nos ossos e dentes; e P e S nas proteínas musculares;
2. Fisiológico: constituintes dos tecidos e fluidos corporais responsáveis pela manutenção da pressão osmótica, equilíbrio ácido-base, permeabilidade de membrana e irritabilidade do tecido, como: Na, K, Cl, Ca e Mg;
3. Catalítico: catalizadores de sistemas enzimáticos e hormonais, sendo desempenhado basicamente pelos microminerais;
4. Regulatório: regulação da replicação e diferenciação celular, como os íons Ca, que influenciam na transdução de sinais;
5. Resposta imune: a suplementação de Cu para bezerros aumenta a sua concentração no fígado durante desafios respiratórios, resultando em impactos positivos na resposta imune durante um período de estresse.

Os níveis ideais de macrominerais (Ca, P, Mg, Na, K e S; g/dia) foram compilados por Costa e Silva et al. (2016) e apresentados na Tabela 2. Os níveis foram ajustados em função do peso corporal e do ganho de peso por dia (kg/dia), para zebuínos e cruzados.

Tabela 4: Exigências de macrominerais em função do grupo genético para diferentes pesos corporais e ganhos de peso.

Peso corporal (kg)	Ganho de peso (kg/dia)	Zebuínos						Cruzados				
		Ca	P	Mg	Na	K	S	Ca	P	Mg	Na	K
200	0,50	13,62	8,27	3,82	4,94	11,45	4,46	14,86	8,94	3,74	5,28	11,45
	1,00	23,33	12,64	4,32	6,52	13,22	6,27	25,82	14,00	4,17	7,21	13,22
	1,50	33,11	17,05	4,83	8,11	15,01	8,09	36,87	19,10	4,60	9,15	15,00
250	0,50	13,62	8,92	4,65	5,69	13,93	5,54	15,12	9,66	4,55	6,11	14,01
	1,00	22,27	12,95	5,15	7,16	15,75	7,76	25,31	14,43	4,96	8,01	15,91
	1,50	30,99	17,01	5,66	8,64	17,59	10,00	35,57	19,25	5,36	9,92	17,84
300	0,50	13,89	9,66	5,48	6,46	16,39	6,61	15,57	10,44	5,36	6,94	16,54
	1,00	21,76	13,42	5,99	7,85	18,26	9,23	25,16	14,99	5,75	8,81	18,58
	1,50	29,70	17,22	6,50	9,25	20,14	11,88	34,83	19,59	6,14	10,71	20,62
350	0,50	14,33	10,45	6,31	7,24	18,86	7,67	16,14	11,26	6,18	7,77	19,08
	1,00	21,60	14,00	6,82	8,57	20,76	10,69	25,25	15,64	6,55	9,63	21,21
	1,50	28,93	17,59	7,33	9,91	22,68	13,74	34,43	20,05	6,93	11,51	23,36
400	0,50	14,89	11,28	7,14	8,04	21,32	8,73	16,78	12,11	7,00	8,60	21,60
	1,00	21,67	14,66	7,65	9,31	23,25	12,15	25,50	16,34	7,36	10,45	23,83
	1,50	28,52	18,07	8,16	10,60	25,20	15,59	34,29	20,61	7,72	12,31	26,07
450	0,50	15,53	12,13	7,98	8,84	23,77	9,78	17,48	12,98	7,82	9,44	24,12
	1,00	21,91	15,37	8,48	10,07	25,74	13,59	25,87	17,09	8,17	11,27	26,43
	1,50	28,35	18,63	9,00	11,31	27,72	17,43	34,33	21,22	8,52	13,12	28,77

Assim como para macrominerais, Costa e Silva et al. (2016) apresentaram uma segunda tabela com as exigências dos microminerais Cobre, Ferro, Manganês, Selênio, Zinco, Cobalto, Cromo e Molibdênio. Diferente dos macrominerais, os microminerais foram apresentados sem distinção de grupos genéticos, mas o pressuposto de ganho de peso por dia (kg/dia) pelo peso corporal (kg) foi mantido nas análises (Tabela 3).

Tabela 5: Exigências de microminerais de bovinos de corte para diferentes pesos corporais e ganhos de peso em confinamento

Ganho de peso (kg/dia)	Peso Corporal (kg)						
	200	250	300	350	400	450	500
Cobre							
0,50	30,41	37,26	44,07	50,85	57,60	64,33	71,04
1,00	34,90	42,11	49,23	56,28	63,28	70,25	77,18
1,50	39,43	46,99	54,42	61,76	69,01	76,21	83,36
Ferro							
0,50	825	1026	1228	1429	1631	1832	2033
1,00	848	1051	1254	1456	1659	1861	2063
1,50	871	1075	1280	1482	1687	1890	2092
Manganês							
0,50	88,8	111	133	155	177	198	220
1,00	93,5	116	139	162	184,9	208	230
1,50	98,2	122	146	170	193	217	240
Selênio							
0,50	2,26	2,63	3,00	3,38	3,75	4,13	4,50
1,00	3,01	3,36	3,73	4,09	4,46	4,83	5,20
1,50	3,76	4,10	4,46	4,82	5,18	5,54	5,91
Zinco							
0,50	168	208	248	287	326	365	403
1,00	237	293	347	401	454	507	560
1,50	307	378	447	516	584	651	718
Cobalto							
0,50	3,13	3,91	4,69	5,47	6,24	7,02	7,80
1,00	3,15	3,93	4,71	5,49	6,26	7,04	7,82
1,50	3,18	3,95	4,73	5,51	6,29	7,06	7,84
Cromo							
0,50	9,03	10,97	12,88	14,76	16,61	18,45	20,28
1,00	12,28	14,72	17,08	19,38	21,65	23,87	26,07
1,50	15,57	18,49	21,31	24,05	26,72	29,34	31,91
Molibdênio							
0,50	1,34	1,68	2,01	2,34	2,67	3,00	3,33
1,00	1,37	1,71	2,04	2,37	2,71	3,04	3,37
1,50	1,40	1,74	2,07	2,41	2,74	3,08	3,41

As funções básicas dos macros e micronutrientes no organismo animal só podem ser exercidas se as quantidades suficientes dos minerais consumidos forem absorvidas e retidas, para assim o crescimento, desenvolvimento e reprodução, e também a reposição dos minerais perdidos para a produção de leite, serem expressos no seu máximo potencial (SUTTLE, 2010).

A suplementação alimentar tem grande impacto na sustentabilidade de sistemas de produção de bovinos de corte, especialmente no Brasil Central Pecuário, devido a marcante sazonalidade forrageira da região. Para uma planta

forageira, o fator de crescimento mais limitante é a água, mas o fotoperíodo mais curto e temperaturas mais baixas também limitam a disponibilidade da mesma. Intensificando o problema de uma disponibilidade menor de pastagem, está o fato que as forrageiras apresentam qualidade nutricional menor, especialmente pelo envelhecimento dos tecidos vegetais, em decorrência da redução de conteúdo celular e lignificação (GOMES et al., 2015).

O trimestre de junho-julho-agosto, na região Sudeste do Brasil, é caracterizado pelo declínio da temperatura e também a diminuição da pluviosidade, evidenciando o período de seca da região. Já no trimestre dezembro-janeiro-fevereiro, é caracterizado pela elevação na temperatura e também o aumento da pluviosidade, evidenciando o período das águas sendo o período de maior oferta de alimento e conseqüentemente com a maior disponibilidade de forragem (EMIDIO, 2016).

2.5.4.1 Suplementação mineral no período de seca

Para Reis et al. (2005), o período das secas é a fase mais crítica do sistema de produção de bovinos em pastejo, pois os animais se alimentam de forragem com baixo valor nutritivo, provinda do crescimento do período de primavera/verão. A forragem proveniente dessa época é caracterizada por elevado teor de fibra indigerível e teores de proteína bruta inferiores ao nível crítico, 6 a 7% de matéria seca, limitando assim o consumo.

Mesmo ocorrendo disponibilidade de fibra potencialmente digestível nos pastos, no período seco, a proteína é o nutriente que mais limita o desempenho animal. Isto posto, a finalidade da suplementação nesta fase é adequar os níveis de nitrogênio deficientes nas dietas dos animais, para elevar a degradação da fração fibrosa e, conseqüentemente, da taxa de passagem e o consumo de matéria seca da forragem (REIS et al., 2009).

O aporte de nutrientes via suplementação durante a recria e recuperação de escore corporal de matrizes e touros, pode visar níveis diferenciados de desempenho dos animais, desde a simples manutenção de peso, passando por ganhos moderados de cerca de 200-300g/dia, até ganhos de 500-600g/dia,

quando se objetiva cobrir fêmeas com cerca de 14 meses e/ou abater machos aos 20 meses de idade (PAULINO et al., 2003).

A formulação do suplemento deve inerentemente contemplar os objetivos a serem alcançados em relação ao ganho de peso e considerar a interação direta com as características quantitativas e qualitativas da forragem disponível (REIS et al., 2009).

2.5.4.2 Suplementação mineral no período das águas

Contrário ao período da seca, os animais nas águas alcançam ganhos de peso médios superiores a 400g/animal/dia. A adoção ou não da suplementação no período das águas deve ser analisada conforme a meta a ser alcançada dentro de um determinado sistema de produção de carne (EMBRAPA, 2001).

As características nutricionais do suplemento dependem da quantidade e da qualidade da forragem ofertada, o que varia muito na época das águas pois, as características físicas e químicas do solo, a espécie forrageira e as condições climáticas da região, influenciam de maneira positiva ou negativa o alimento (REIS et al., 2009).

Só não haverá resposta a suplementação quando a massa de forragem for alta, com baixo teor de fibra e alto conteúdo de proteína, que nas condições brasileiras em pastagens com gramíneas tropicais, dificilmente é encontrado. A suplementação no período chuvoso pode ser uma tecnologia que permite aumentar o desempenho de animais, reduzindo ainda mais a idade de abate ou a da primeira cria (REIS et al., 2009).

2.5.5 Sanidade do Rebanho Bovino

Doenças de origem bacteriana, virótica e parasitárias podem impedir a fecundação, causar abortos ou até produzir bezerros com peso inferior à média. Para prevenir essas doenças, deve ser adotado um programa de vigilância sanitária do rebanho (VALLE, ANDREOTTI & THIAGO, 1998).

Os sinais de doenças reprodutivas também podem ser atribuídos a causas não infecciosas, como anomalias genéticas, toxinas ambientais e traumas físicos. São exemplos dos principais patógenos reprodutivos:

Leptospira, *Campylobacter*, *Hemophilus*, *Brucella*, herpesvirus bovino do tipo 1 (ou rinotraqueíte infecciosa bovina – IBR), diarreia viral bovina (BVD), *Tritrichomonas foetus* e *Neospora caninum*. Ademais a estes patógenos, a raiva também tem uma importância relevante na bovinocultura, pois é uma zoonose de grande importância que afeta o sistema nervoso central dos bovinos (GIVENS, 2006; VALLE, ANDREOTTI & THIAGO, 1998).

A leptospirose é uma zoonose infecciosa altamente difundida entre os mamíferos domésticos e selvagens, e em bovinos a infecção causa perdas principalmente por causa de seus efeitos no desempenho reprodutivo (aborto, natimortos, nascimento de animais fracos, entre outras) e conseguinte diminuição da produção de leite (ALONSO-ANDICOBERRY et al., 2001).

A campilobacteriose e a tricomonose podem causar a infertilidade temporária e a mortalidade embrionária precoce. Os altos índices de repetição de cio e de mortalidade no terço inicial de gestação, são indicações de que essas doenças podem estar presentes no rebanho. Em geral, as vacas em descanso reprodutivo, após quatro ciclos consecutivos, estão livres dessas doenças. Contudo, as vacas infectadas devem ser eliminadas do rebanho devido ao tempo necessário à sua recuperação. O uso da IA pode ser uma alternativa de controle das doenças no rebanho (VALLE, ANDREOTTI & THIAGO, 1998).

O patógeno *Haemophilus somnus* pode desencadear quatro diferentes tipos de manifestações: doença respiratória, meningoencefalopatia trombótica, artrite e distúrbios reprodutivos. Nas fêmeas portadoras da doença, se observam descargas vulvares, metrite, vulvovaginite granular, infertilidade por morte embrionária precoce, abortamento por morte fetal e placentite ao redor de 6 a 9 meses de gestação, podendo ocorrer retenção de placenta. Nos machos, pode ocorrer balanopostite (inflamação da cabeça do pênis e do prepúcio) e sêmen muco-purulento, diminuindo sua fertilidade. A porta de entrada do agente etiológico é, geralmente, a via respiratória, porém nos distúrbios reprodutivos pode ser transmitido através de urina, sêmen, muco prepucial e secreção cérvico-vaginal contaminada (SCARCELLI et al., 2004).

Segundo Solera, Martínez-Alfaro e Espinosa (1997) a brucelose é uma zoonose de distribuição mundial, sendo que uma enfermidade multissistêmica em humanos, que pode apresentar um amplo espectro de manifestações clínicas. A brucelose é causada pela bactéria do gênero *Brucella*, e no touro induz à subfertilidade ou infertilidade e o descarte para os animais positivos ao exame sorológico é recomendado (VALLE, ANDREOTTI & THIAGO, 1998).

O Herpesvírus Bovino tipo 1 (BHV-1, sigla em inglês) ou ainda Vírus da Rinotraqueíte Infecciosa Bovina/Vulvovaginite Postular Infecciosa está presente em forma enzoótica no Brasil há vários anos. Este vírus está associado à várias síndromes, como por exemplo a rinotraqueíte, vulvovaginite, balanopostite, conjuntivite e abortos. Após a infecção, o vírus se mantém no animal de forma latente e pode ser reativado periodicamente após estresse ou tratamento com corticoides. A transmissão pode ocorrer por meio do coito e por sêmen congelado. O controle da doença é realizado pela avaliação dos resultados do diagnóstico laboratorial e o uso de vacinação como ferramenta de controle a partir desse diagnóstico (ROEHE et al., 1997; VALLE, ANDREOTTI & THIAGO, 2000).

O vírus da Diarreia Viral Bovina (BVD) é uma enfermidade que tem distribuição mundial e acomete bovinos e também outros ruminantes, ocasionando perdas econômicas nos rebanhos. Cerca de 50 a 90% da população bovina adulta apresenta anticorpos no soro sanguíneo contra o vírus da BVD, portanto acredita-se que todos os rebanhos bovinos estão infectados e a prevalência de anticorpos em animais adultos está em torno de 60%. A BVD provoca abortos, principalmente durante os três ou quatro meses de gestação, infertilidade, defeitos congênitos e atraso no desenvolvimento dos animais infectados. Os sintomas aparecem em bezerros (as) de 6 meses até animais de 1 ano de idade, e os touros infectados podem ser eliminados do rebanho dependendo do diagnóstico da situação (LAZZARI, BARTHOLOMEI & PICCININ, 2008; VALLE, ANDREOTTI & THIAGO, 2000).

A infecção por *Neospora caninum* é diagnosticada em diversas espécies animais, desde bovinos, caprinos, ovinos, até búfalos, camelos e veados. A neosporose é reconhecida como uma das causas mais comuns de aborto

esporádico em bovinos leiteiros e de corte em todo o mundo (QUINTANILLA-GOZALO et al., 1999). De acordo com Dubey, Schares e Ortega-Mora (2007), qualquer vacina desenvolvida contra a neosporose bovina deve proteger contra a perda fetal (embrionária) e evitar a transmissão vertical, além disso, algumas vacas infectadas com *N. caninum* podem desenvolver um grau de imunidade protetora contra o aborto e a transmissão, indicando que a imunoprofilaxia é um alvo atingível.

A raiva é uma zoonose causada por um *Lyssavirus* que ocorre em quase toda a extensão do mundo, sendo o principal transmissor na América do Sul o morcego hematófago *Desmodus rotundus*, o qual transmite a doença pela mordida, cuja saliva contém o vírus. A raiva dos herbívoros é manifestada de forma paralítica em bovinos. Nas regiões endêmicas, os bezerros devem ser vacinados aos quatro e seis meses de idade, repetindo todo ano a vacinação. Para o melhor controle, deve-se efetuar a vacinação de equídeos e controlar os morcegos hematófagos na região (PEDROSO et al., 2009; VALLE, ANDREOTTI & THIAGO, 2000).

Para controle de vermes gastrintestinais, Andreotti et al. (1998), preconizam o tratamento dos bezerros até dois meses de idade, sendo que o produto e a dose devem seguir as recomendações da bula. Quanto ao controle dos carrapatos, pode ser realizado a partir de setembro (início das chuvas), repetindo o tratamento mais três vezes com intervalos de 21 dias.

Uma proposta de calendário mensal para vacinação das principais enfermidades que acometem a reprodução dos bovinos de corte é apresentada na Tabela 4. Como as condições climáticas sofrem pequenas variações, de acordo com a microrregião, recomenda-se que ajustes nesse calendário sejam considerados a fim de se adequar a cada situação (VALLE, ANDREOTTI & THIAGO, 1998).

Tabela 6: Calendário sanitário das enfermidades reprodutivas de bovinos de corte

ATIVIDADES	MESES												OBSERVAÇÕES
	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	
Preparação do rebanho para monta		N	N	N	M	M	M		D	D	D		N – Nascimento M - Monta D - Desmame
Brucelose								✓					Vacinar as fêmeas entre 3 e 8 meses de idade
Raiva							✓						Vacinar aos 4 meses e anualmente em áreas de risco
Tricomonose		✓											Descartar os machos positivos
Campilobacteriose		✓											Descartar os machos e vacinar as fêmeas
Leptospirose		✓											Vacinar as fêmeas em situação de risco
IBR e BVD			✓										Vacinar 60 dias antes da monta em rebanhos que tem a doença presente
Carrapato			✓										Na época das águas
Desverminação	✓		✓									✓	Bezerros(as) da desmama aos 30 meses de idade

2.5.6 Qualidade Seminal Bovina

Segundo Silva et al. (2009), nos últimos 30 anos, as centrais de inseminação artificial têm trabalhado para produzir elevadas quantidades de sêmen de touros oriundos de rebanhos selecionados para aumento do número de animais nascidos a partir de inseminação artificial, possibilitando melhores resultados em um mercado bastante competitivo. Oliveira et al. (2011) complementam que para os sistemas de produção de bovinos de corte, a fertilidade do touro é extremamente importante e tem um impacto multiplicador sobre os índices econômicos e zootécnicos do rebanho.

A fertilidade do macho é muito maior do que a de qualquer fêmea individualmente, pois o touro pode se acasalar com um número muito maior de fêmeas, tanto na monta natural como na inseminação artificial. As principais causas de baixa fertilidade, ou de infertilidade em touros criados no Brasil, são a degeneração testicular, maturidade sexual retardada, hipoplasia testicular, espermiogênese imperfeita e imaturidade sexual, as quais ocorrem em consequência de fatores do ambiente não favorável e do manejo indesejável, bem como da origem genética (BARBOSA, MACHADO & BERGAMASCHI, 2005).

Outro fator que influencia expressivamente nas características do sêmen é a idade do reprodutor. A fertilidade do touro é de extrema importância para um sistema de produção de bovinos de corte, pois a taxa de prenhez/ano depende, em sua maioria, da qualidade do sêmen produzido (OLIVEIRA et al., 2011).

Muitos atributos espermáticos necessários para a fertilização já são conhecidos, incluindo morfologia normal, motilidade progressiva, vigor, enzimas acrossomais e integridade da cromatina, porém outros atributos permanecem ainda desconhecidos (DALTON et al., 2012).

2.6 EFICIÊNCIA REPRODUTIVA BOVINA

Segundo Baruselli et al. (2015), a eficiência reprodutiva bovina pode ser definida como a habilidade de uma vaca engravidar novamente após o parto, no menor tempo e com o mínimo de coberturas possível. Ademais, se uma fêmea não está gestando ou não conseguiu ficar prenhe no tempo estipulado pelo protocolo, reduz-se a produtividade da fazenda por diminuir a quantidade de animais gerados (bezerros) e, conseqüentemente, a produção de carne e reposição de matrizes no rebanho, aumentando os custos reprodutivos e também as coberturas. Considerando o intervalo entre partos (IEP) da fêmea de 12 meses, temos que as raças zebuínas devem estar fecundas em até 2,5 meses (75 dias) e as taurinas em aproximadamente 3 meses (85 dias).

Hafez & Hafez (2004) sugerem algumas medidas da eficiência reprodutiva em bovinos com a finalidade de aumentar a taxa líquida de bezerros, tanto em fazendas de corte quanto em fazendas de leite (Tabela 5). Os parâmetros reprodutivos idade ao primeiro parto (IPP), período de serviço (PS), taxa de concepção ao primeiro serviço (TCPS), intervalo entre partos (IEP), serviços por concepção (SC), taxa de prenhez (TP), taxa de concepção (TC) e produção líquida de filhotes (PLF), foram compilados com respectivos índices ideais para o gado de corte por JUNQUEIRA & ALFIERI (2006).

Tabela 7: Medidas de eficiência reprodutiva em bovinos de corte

PARÂMETRO	DEFINIÇÃO	PARÂMETROS IDEAIS
IPP	Idade (meses)	23 a 36 meses
OS	Dias entre o parto e a concepção	85 dias
TCPS (%)	$\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de } \varnothing \text{ prenhes no 1}^\circ \text{ serviço}}{\text{N}^\circ \text{ de } \varnothing \text{ cobertas no 1}^\circ \text{ serviço}}\right) \times 100$	Mais que 80%
IEP (dias)	$\frac{\text{Dias entre partos sucessivos}}{\text{Total de } \varnothing}$	365 dias
SC	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de serviços em todas as } \varnothing}{\text{Total de concepções}}$	1,3 a 1,6

PARÂMETRO	DEFINIÇÃO	PARÂMETROS IDEAIS
TP (%)	$\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de } \varnothing \text{ prenhes}}{\text{Total de } \varnothing \text{ no rebanho}}\right) \times 100$	Mais que 80%
TC (%)	$\left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de filhotes nascidos}}{\text{Total de } \varnothing \text{ no rebanho}}\right) \times 100$	80 a 90%
PLF (%)	$\left(\frac{\text{Total de filhotes desmamados}}{\text{Total de fêmeas no rebanho}}\right) \times 100$	70 a 75%

A taxa de não-retorno após 60 a 90 dias, avalia a fertilidade de touros e também a eficiência de inseminadores em centros de IA. É realizada palpação retal de 6 a 8 semanas após a inseminação a fim de se obter um diagnóstico de gestação e conseguir calcular as taxas de concepção à primeira cobertura. O período de serviço (PS) é um índice importante que remete a eficiência da detecção de cio e a fertilidade de machos e fêmeas do rebanho. A produção de bezerros representa as possíveis perdas durante a gestação e a mortalidade de bezerros no parto. A percentagem de bezerros desmamados reflete a eficiência reprodutiva da estação de monta, a facilidade ao parto e também a habilidade materna e a sobrevivência dos bezerros (HAFEZ & HAFEZ, 2004).

2.7 MELHORAMENTO GENÉTICO ANIMAL

O aumento da produção e da produtividade dos animais domésticos é um desafio técnico e político dos dias atuais, visto que há uma crescente demanda das proteínas de origem animal pelas populações humanas. Com a disseminação da IA na década de 40 e a utilização dos computadores na década de 50, houve uma massificação dos registros de produção dos animais, permitindo o estabelecimento de programas nacionais de melhoramento genético (PEREIRA, 2008).

A IA é um método de acasalamento e não é um método de melhoramento genético animal, apenas podendo servir como instrumento para esse melhoramento. A contribuição genética de touros doadores de sêmen, avaliados e selecionados por meio de provas zootécnicas desenvolvidas pelos mais

modernos preceitos do melhoramento zootécnico, é a principal contribuição obtida pelo uso da IA em bovinos empregando sêmen congelado (REICHENBACH, MORAES & NEVES, 2014).

O melhoramento genético animal e o aumento da produtividade na bovinocultura de corte, são consequências da inseminação artificial, da utilização de animais selecionados e a da adoção da estação de monta bem definida. Em programas de melhoramento animal, a IA permite o aumento da intensidade e da velocidade de seleção para diferentes características, como nível e qualidade da produção (carne, leite) e saúde e longevidade animal, garantindo um aumento da produtividade a cada geração, a custos menores (VISHWANATH, 2003; REICHENBACH, MORAES & NEVES, 2014).

À exploração da heterose (ou vigor híbrido) para animais taurinos e zebuínos, é facilitada pelo método de acasalamento da IA, pois em muitas regiões a monta natural é dificultada pela baixa resistência de touros de raças europeias em condições climáticas desfavoráveis. Em gado de corte, busca-se selecionar fêmeas com aptidão materna capazes de parir, alimentar e criar seus bezerros sem problemas, porém isso implica na seleção de características correlacionadas com fertilidade, facilidade ao parto, aptidão ao aleitamento e comportamento materno (REICHENBACH, MORAES & NEVES, 2014; ALVAREZ, 2008).

O processo de melhoramento genético animal tem o respaldo de uma base científica, que define os objetivos e os critérios de seleção que permitem responder às necessidades do criador e do consumidor. Concomitante a este fato, a IA proporciona uma maior disseminação de material genético de touros que respondem aos critérios escolhidos, contribuindo para o melhoramento do rebanho brasileiro tanto em produtividade quanto em qualidade (ALVAREZ, 2008).

3. CONCLUSÃO

Desde o surgimento IA e IATF até os dias atuais, a disseminação e aperfeiçoamento dessas técnicas só evoluíram, fato comprovado pela gama de protocolos e a utilização da combinação de vários hormônios para as diversas categorias animais. Inúmeras vantagens e desvantagens são atribuídas a essas biotécnicas com desafios inerentes à aplicação, sejam eles intrínsecos ou extrínsecos aos animais que remetem na fertilidade do rebanho ou no sucesso da IA. Portanto, o produtor deve se atentar aos fatores que afetam a IATF para implementar com sucesso em sua propriedade.

Diversos fatores afetam a fertilidade do rebanho e o sucesso da IATF, cabendo aos produtores e técnicos identificá-los e estudar soluções possíveis para melhorar os índices de eficiência reprodutiva. O cálculo desses índices remete substancialmente nos índices produtivos da propriedade, assim, a análise desses dados são essenciais na tomada de decisão do tipo de manejo a adotar.

A produtividade e qualidade na produção de gado de corte é conseguida através do melhoramento genético. Com o uso do método de acasalamento na IATF, a obtenção de benefícios como a heterose é facilmente conseguido aliando a complementariedade entre raças presentes nesses cruzamentos. Evidenciando a importância do manejo reprodutivo associado ao correto uso das biotécnicas na bovinocultura de corte.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes**. 2016. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/download/exportacoes-jan-dez-2016.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2017.

ALENCAR, M.M., 2004. **Perspectivas para o melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil**. 41th Annual Meeting of the Brazilian Animal Science Society. Campo Grande, Brazil.

ALONSO-ANDICOBERRY, C. et al. Herd-level risk factors associated with *Leptospira* spp. seroprevalence in dairy and beef cattle in Spain. **Preventive Veterinary Medicine**, [s.l.], v. 52, n. 2, p.109-117, dez. 2001. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0167-5877\(01\)00249-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0167-5877(01)00249-5).

ALVAREZ, R. H. **Considerações sobre o uso da inseminação artificial em bovinos**. 2008. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1200068178.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2017.

ALVES, N.g. et al. Intervalos do início e do final do estro à ovulação em vacas das raças Gir e Guzerá após luteólise natural ou induzida por prostaglandina. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s.l.], v. 55, n. 4, p.430-437, ago. 2003. FapUNIFESP (SciELO). <<http://dx.doi.org/10.1590/s0102-09352003000400007>>.

AMBROSE, D. J. et al. Synchronization of ovulation and conception rates in Holstein heifers given an intravaginal progesterone-releasing device (CIDR), and estradiol cypionate, porcine LH or gonadotropin releasing hormone. **Archiv Tierzucht**, v.44, p.77-79, 2001.

ANDRADE, B. H. A. et al. Eficiência do cipionato de estradiol e do benzoato de estradiol em protocolos de indução da ovulação sobre a dinâmica ovariana e a taxa de concepção de fêmeas nelore inseminadas em diferentes momentos. **Archives Of Veterinary Science**, [s.l.], v. 17, n. 4, p.70-82, 15 out. 2012. Universidade Federal do Parana. <<http://dx.doi.org/10.5380/avs.v17i4.25710>>.

ANDREOTTI, R. et al. **Planejamento Sanitário De Gado De Corte**. ed. 72. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1998. 33 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104736/1/Planejamento-sanitario-de-gado-de-corte.pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2017.

ASBIA. Associação Brasileira De Inseminação Artificial. **Manual de Inseminação de Artificial**. Uberaba – MG. 2010.

ASBIA. Associação Brasileira De Inseminação Artificial. **INDEX ASBIA 2º semestre de 2016**. Uberaba – MG. 2016. Disponível em: <http://www.assessoriaagropecuaria.com.br/admin/baixaArquivo.php?arquivo=115_relatrio_de_vendas_de_smen_asbia_imprensa_1.pdf&caminho=Li4vdXBsb2Fkcy9hbmV4b3Mv>. Acesso em: 30 mai. 2017.

AZEVEDO, C.; CANADA, N.; SIMÕES, J.. O protocolo hormonal Ovsynch e suas modificações em vacas leiteiras de alta produção: uma revisão. **Arquivos de Zootecnia**, v. 63, n. 241, p. 173-187, 2014.

BARBOSA, R. T.; MACHADO, R.; BERGAMASCHI, M. A. C. M. A importância do exame andrológico em bovinos. **Circular Técnica EMBRAPA**. 41: 1-13. 2005.

BARROS, C.M.; FIGUEIREDO, R.A.; PINHEIRO, O.L. Estro, ovulação e dinâmica folicular em zebuínos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v.19, p. 9-22. 1995.

BARROS, C. M.; MOREIRA, M. B. P.; FERNANDES, P. Pharmacological manipulation of the oestrous cycle to improve artificial insemination or embryo transfer programs, **Arq. Fac. Vet. UFRGS**, Porto Alegre, Brazil, 1998. ed. 26(1). p.179-198.

BARROS, C. M. et al. Synchronization of ovulation in beef cows (bos indicus) using GnRH, PGF2 α and estradiol benzoate. **Theriogenology**, [s.l.], v. 53, n. 5, p.1121-1134, mar. 2000. Elsevier BV. <[http://dx.doi.org/10.1016/s0093-691x\(00\)00257-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0093-691x(00)00257-0)>.

BARROS, C. M.; ERENO, R. L.; NOGUEIRA, M. F. G. **Estratégias de manejo para maximização da fertilidade em fêmeas de corte**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42., 2005, Goiânia. Anais... Goiânia: SBZ, 2005. p.363.

BARUSELLI, P. S. **Estimativa do mercado de IATF no Brasil**. Pirassununga: Departamento de Reprodução Animal / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia / Universidade de São Paulo (USP). 9 slides, color. 2016a.

BARUSELLI, P. S. et al. 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, jul/set. 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277020350_Efeito_de_diferentes_protocolos_de_inseminacao_artificial_em_tempo_fixo_na_eficiencia_reprodutiva_de_vacas_de_corte_lactantes>. Acesso em: 03 jul. 2017.

BARUSELLI, P.S. IATF supera dez milhões de procedimentos e amplia o mercado de trabalho. **Revista CFMV**. v.22, n.69, p.57-60, 2016b.

BARUSELLI, P. S. et al. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrous beef cattle in tropical climates. **Animal Reproduction Science**, [s.l.], v. 82-83, p.479-486, jul. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.025>.

BARUSELLI, P. S. et al. **Como aumentar a quantidade e a qualidade de bezerros em rebanhos de corte**. 2015. Disponível em: <http://www.centralbelavista.com.br/adm/Filemanager/ckeditor/arquivos/Como-aumentar-a-quantidade_-_Baruselli.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2017.

BARUSELLI, P. S. et al. Inseminação Artificial em Tempo Fixo em Bovinos de Corte. In: Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada. **Anais do Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada**. Londrina, 2004. p. 155-165. Disponível em: <http://www.siraa.com.br/system/files/anais_2004.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2017.

BARUSELLI, P.S. et al. Superovulation and embryo transfer in *Bos indicus* cattle. **Theriogenology**. v. 65, p. 77-88. 2006.

BATISTA, J. E. **Manual de Inseminação Artificial**. Goiânia: Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de Goiás – Seagro, 2008. 29 p. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiu3euQyrjUAhWBCpAKHXK5ALIQFggjMAA&url=http://www.emater.go.gov.br/intra/wp-content/uploads/downloads/2011/10/Apostila-Insemina%C3%A7%C3%A3o-Artificial-em-Bovino.doc&usq=AFQjCNGBRicWp3xP3hrO7R9GUkmeP2QxHw&sig2=4EKtAN0E8pWZUy26bwUvMA>>. Acesso em: 7 mar. 2017.

BERTRAM-MEMBRIVE, C.M. Estudo da sincronização das ondas foliculares e das características de estros, por radio telemetria, em novilhas cruzadas (*Bos indicus* x *Bos taurus*) tratadas com acetato de melengestrol e prostaglandina associados a hCG, GnRH ou 17 β estradiol + progesterona. **Tese de Mestrado**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo, SP, Brazil, 2000.

BÓ, G. A. et al. Follicular wave dynamics after estradiol 17 β treatment of heifers with or without a progestogen implant. **Theriogenology**, v.41, p.1555-1569, 1994.

BÓ, G. A.; BARUSELLI, P. S.; MARTINEZ, M. F. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. **Animal Reproduction Science**, v.78, p.307-326, 2003.

BORGES, A. M. et al. Características da dinâmica folicular e regressão luteal de vacas das raças Gir e Nelore após tratamento com cloprostenol sódico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.85-92, 2003.

BRASIL. EMBRAPA Gado de Corte. **Cronograma Sanitário e reprodutivo para Bovinos de Corte.** 2016 Disponível em: <<http://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/naoseriadas/cronograma.html>>. Acesso em: 02 jun. 2017.

BRASIL. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.** Quantidade de Abate Estadual por Ano/Espécie. 2017. Disponível em: <http://sigsif.agricultura.gov.br/sigsif_cons/lap_abate_estaduais_cons?p_select=SIM&p_ano=2016&p_id_especie=9>. Acesso em: 13 fev. 2017.

BRIDGES, G. A. et al. 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**, [s.l.], v. 69, n. 7, p.843-851, abr. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.12.011>.

CARVALHO, A. S.; ZAPPA, V. Estação de monta bovina. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, v. 10, n. 12, p.1-6, 1 jan. 2009. Semestral. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/Aeb0oFTdKhSwas_2013-6-21-10-59-57.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2017.

CASTILHO, E. F. IATF como ferramenta no melhoramento genético de bovinos de leite. In: CASTILHO, E. F. **Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) em Bovinos Leiteiros.** 1. ed. Maringá, 2015. Cap. 3. P 100-149. Disponível em: <<http://iepec.com/wp-content/uploads/2015/02/inseminacao-capitulo-3.pdf>>. Acesso em: 03 jul. 2017.

CAVALIERI, J. et al. The effect of timing of administration of oestradiol benzoate on characteristics of oestrus, timing of ovulation and fertility in *Bos indicus* heifers synchronized with a progesterone releasing intravaginal insert. **Australian Veterinary Journal**, v.80, n.4, p.217-223, 2002.

COSTA E SILVA, L. F. et al. Exigências de minerais para bovinos de corte. In: VALADARES FILHO, S. de C. et al. **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados: BR-CORTE.** 3. ed. Viçosa: Ufv, 2016. Cap. 9. p. 221-258. Disponível em: <<http://www.brcorte.com.br/bundles/junglebrcorte2/book2016/br/c9.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2017.

CREPALDI, G. A. **Eficácia de diferentes protocolos de indução da ovulação e de intervalos de inseminação em vacas de corte submetidas à IATF.** Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Programa de Pós-graduação em Reprodução Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

CUTAIA, L. et al. **Efecto de los tratamientos con dispositivos DIV-B nuevos o reutilizados en los índices de preñez en vacas y vaquillonas inseminadas a tiempo fijo (IATF)**. M. Caccia (Ed.) Resúmenes Cuarto Simposio Internacional de Reproducción Naimal, Huerta Grande, Córdoba, p. 244. 2001.

DALTON, J. C. et al. Fertility-associated antigen on Nelore bull sperm and reproductive outcomes following first-service fixed-time AI of Nelore cows and heifers. **Theriogenology**, [s.l.], v. 77, n. 2, p.389-394, jan. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.08.011>.

DAY, M. L. Hormonal induction of estrous cycles in anestrous *Bos taurus* beef cows. **Animal Reproduction Science**. 82–83, p. 487-494. 2004. doi:10.1016/j.anireprosci.2004.05.002.

DE LA OSSA, J. V. **Ecologia e Conservação de *Peltocephalus dumerilianus* (Testudines Podocnemididae) em Barcelos, Amazonas, Brasil**. PhD thesis. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 2007.

DEPEC, Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos. **Carne Bovina – Junho de 2017**. 2017. Disponível em: <https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_carne_bovina.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2017.

DIELEMAN, S. J. et al. Peripheral plasma concentrations of estradiol, progesterone, cortisol, LH and prolactin during the estrous cycle in the cow, with emphasis on the peri-oestrus period. **Animal Reproduction Science**, v.10, p.275-92, 1986.

DISKIN, M. G.; SREENAN, J. M. Fertilization and embryonic mortality rates in beef heifers after artificial insemination. **Reproduction**, [s.l.], v. 59, n. 2, p.463-468, 1 jul. 1980. BioScientifica. <http://dx.doi.org/10.1530/jrf.0.0590463>.

DISKIN, M.G; AUSTIN, E.J; ROCHE, J.F. Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle. **Domestic Animal Endocrinology**, [s.l.], v. 23, n. 1-2, p.211-228, jul. 2002. Elsevier BV. <[http://dx.doi.org/10.1016/s0739-7240\(02\)00158-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0739-7240(02)00158-3)>.

DUBEY, J. P.; SCHARES, G.; ORTEGA-MORA, L. M. Epidemiology and Control of Neosporosis and *Neospora caninum*. **Clinical Microbiology Reviews**, [s.l.], v. 20, n. 2, p.323-367, 1 abr. 2007. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/cmr.00031-06>.

EMBRAPA. Campo Grande-MS. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estação de Monta para Bovinos de Corte no Brasil Central**. 1996. Disponível em: <<http://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD14.html>>. Acesso em: 13 abr. 2017.

EMBRAPA. Campo Grande-MS. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **O Ciclo Estral de Bovinos e Métodos de Controle**. 1991. Disponível em: <<http://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc48/doc48.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2017.

EMBRAPA. Campo Grande-MS. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Suplementação na chuva**. 2001 Disponível em: <<http://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc108/04chuva.html>>. Acesso em: 01 jul. 2017.

ESCOBEDO, F. et al. Norgestomet induces estrous but not ovulation in prepubertal Bos Taurus X Bos indicus. **Journal Animal Science**, v,67, p.410-, 1989.

EMÍDIO, Z. P. O. **Estações do ano**. 2016. Disponível em: <<https://www.ipmet.unesp.br/4estacoes/>>. Acesso em: 25 maio 2017.

FERRAZ, H. T. et al. Sincronização da ovulação para realização da inseminação artificial em tempo fixo em bovinos de corte. **PUBVET**, V.2, N.12, Art#180, Mar., 2008.

FERRAZ, H. T. **Dinâmica folicular, concentração sérica de hormônio luteinizante e citologia vaginal de fêmeas nelore (Bos taurus indicus) submetidas à sincronização da ovulação**. 2007. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência Animal, Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, 2007. Disponível em: <https://ppgca.evz.ufg.br/up/67/o/Dissertacao2007_Henrique_Trevizoli.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2017.

FERNANDES, P. et al. Timed artificial insemination in beef cattle using Gn RH agonist, PGF2alpha and estradiol benzoate (EB). **Theriogenology**, [s.l.], v. 55, n. 7, p.1521-1532, abr. 2001. Elsevier BV. <[http://dx.doi.org/10.1016/s0093-691x\(01\)00499-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0093-691x(01)00499-x)>.

FIKE, K. E. et al. Estrus and luteal function in suckled beef cows that were anestrous when treated with an intravaginal device containing progesterone with or without a subsequent injection of estradiol benzoate. **Journal of Animal Science**. v. 75, n. 8, p. 2009-2015. 1997. doi:10.2527/1997.7582009x

FOOTE, R. H. The history of artificial insemination: Selected notes and notables. **Journal of Animal Science**, v.80, p. 1-10, 2002. E-Suppl_2.

FORTUNE, J.E. et al. Differentiation of Dominant Versus Subordinate Follicles in Cattle. **Biology Reproduction**. v. 65, p. 648-654. 2001.

GALINA, C.S.; ARTHUR, G.H.; Review on cattle reproduction in the tropics. Part 4. Oestrus cycles. **Anim. Breed. Abst.**, v.58, p.697-707, 1990.

GALINA, C.S.; ORIHUELA, A.; RUBIO, I. Behavioural trends affecting oestrus detection in Zebu cattle. **Animal Reproduction Science**. v. 42, p. 465-470. 1996.

GIMENES, L.U. et al. Capacidade ovulatória em novilhas *Bos indicus*. **Acta Scientiae Veterinariae**. 33 (Supplement): 209. 2005a.

GIMENES, L.U. et al. Estudo ultrasonográfico da divergência folicular em novilhas *Bos indicus*. **Acta Scientiae Veterinariae**. 33 (Supplement): 210. 2005b.

GINTHER, O. J. et al. Selection of the dominant follicle in cattle. **Biology Reproduction**. v. 55, p. 1187-1194. 1996.

GINTHER, O. J. et al. Selection of the dominant follicle in cattle: role of estradiol. **Biology Reproduction**. v. 63, p. 383-389. 2000.

GIVENS, M. D. A clinical, evidence-based approach to infectious causes of infertility in beef cattle. **Theriogenology**, [s.l.], v. 66, n. 3, p.648-654, ago. 2006. Elsevier BV. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.04.021>>.

GODOI, C. R.; SILVA, E. F. P.; PAULA, A. P. Inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em bovinos de corte. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 14, Ed. 119, Art. 807, 2010.

GOMES, R. C. et al. **Estratégias alimentares para gado de corte: suplementação a pasto, semiconfinamento e confinamento**. In: MEDEIROS, R. S.; GOMES, R. C; BUNGENSTAB, D. J; Nutrição de Bovinos de Corte: Fundamentos e Aplicações, 1., 2015. p. 119-140.

GOTTSCHALL, C. S. et al. Efeitos do uso do GnRH no momento da IATF e dias pós-parto sobre a taxa de prenhez em vacas de corte com cria ao pé. **Veterinária em Foco**, v. 7, p. 124-134, 2010.

GOTTSCHALL, C. S.; SILVA, L. R. Resposta reprodutiva de novilhas de corte aos dois e três anos de idade submetidas a diferentes protocolos para inseminação artificial em tempo fixo (IATF). **Veterinária em Foco**, v. 10, n. 1, jul./dez. 2012.

HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**, 7.ed. Barueri: Editora Manole, 2004. 513p.

HAFEZ, E.S.E. **Reproduction in farm animal**. 6 ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 585p. 1993.

HANLON, D. W. et al. Ovulatory responses and plasma luteinizing hormone concentrations in dairy heifers after treatment with exogenous progesterone and estradiol benzoate. **Theriogenology**, v. 47, p. 963-975. 1997. DOI: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0093-691X\(97\)00053-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0093-691X(97)00053-8)>.

JUNQUEIRA, J. R. C.; ALFIERI, A. A. **Falhas na reprodução na pecuária bovina de corte com ênfase para causas infecciosas**. Semana: Ciências Agrárias, Londrina, v. 27, n. 2, p. 289-298, 2006.

HANSEL, W.; ECHTERNKAMP, S.E. Control of ovarian functions in domestic animals. **Animal Zoology**. V.12, p.225-43, 1972.

HUNTER, R.H.F.; WILMUT, I. Sperm transport in the cow: peri-ovulatory redistribution of viable cells within the oviduct. **Reprod. Nutr. Dev.**, v.24, p.597-608, 1984.

INTERVET. **Compêndio de Reprodução Animal**. Partners in Reproduction. 399 p. 2007. Disponível em: <https://docs.google.com/file/d/0B0b2QD3_5bd9R2lvSG85WjNWN0k/view>. Acesso em: 18 jul. 2017.

LAGO, E.P. et al. Effect of Body Condition Score at Calving on Energy Metabolism, Milk Yield and Disease Occurrence in Postpartum of Dairy Cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30, 1544-1549. 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982001000600023>

LAZZARI, F. C.; BARTHOLOMEI, L. F.; PICCININ, A. Diarréia Viral Bovina. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, v. 10, n. 6, p.1-4, 11 jan. 2008. Semestral. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/OzcxvuVYawk3aeg_2013-5-28-11-45-47.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2017.

MACHADO, R. et al. A inseminação artificial em tempo fixo como biotécnica aplicada na reprodução dos bovinos de corte. In: **SEMANA DO ESTUDANTE**, 18., 2007, São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/39370/1/PROCIRM2007.000214.pdf/>>. Acesso em: 3 jul. 2017.

MACHADO, R. et al. **Escore da condição corporal e sua aplicação no manejo reprodutivo de ruminantes**. São Carlos: EMBRAPA, 2008. 16f (Circular Técnica, 57).

MADUREIRA, E.H. Controle farmacológico do ciclo estral com emprego de progesterona e progestágenos em bovinos. In: BARUSELLI, P.S.; MADUREIRA, E.H. **Controle Farmacológico do Ciclo Estral em Ruminantes**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000. cap.4, p.89-98.

MAPLETOFT, R. J. et al. The use of controlled internal drug release devices for the regulation of bovine reproduction. **Journal of Animal Science**, v.81 (suppl. 2), p.28-36, 2002.

MARQUES M. O. et al. **Ressincronização em bovinos de corte**. Pages 82-92 in Proc. 5º Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada. Londrina. 2012.

MARTÍNEZ, M. F. et al. Estrus synchronization and pregnancy rates in beef cattle given CIDR-B, prostaglandin and estradiol, or GnRH. **The Canadian Veterinary Journal**, [s.l.], v. 41, n. 10, p.786-790, out. 2000. Mensal. PMC1476379. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1476379/pdf/canvetj00022-0052.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2017.

MARTINEZ, M. F. et al. Effects of oestradiol and some of its esters on gonadotrophin release and ovarian follicular dynamics in CIDR-treated beef cattle. **Animal Reproduction Science**, v.86, p.37-52, 2005.

MARTINS, C. F. et al. **Inseminação Artificial: uma tecnologia para o grande e pequeno produtor**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009. 30 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/697385/1/doc261.pdf>>. Acesso em: 23 mai. 2017.

MCGOWAN, M.R. Sincronización de celos y programas de inseminación artificial a tiempo fijo en ganado bos indicus y cruza bos indicus. **Proc III Simposio Internacional de Reproducción Animal**, Carlos Paz, Córdoba, Argentina, p.71-82. 1999.

MELLO, R.R.C. et al. Utilização da gonadotrofina coriônica equina (eCG) em protocolos de sincronização da ovulação para IATF em bovinos: revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 38, p. 129 –134, 2014.

MENDES, L. H. **Tyson Foods confirma segundo foco de gripe aviária nos EUA**. 2017. Dow Jones Newswires. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/agro/4902264/tyson-foods-confirma-segundo-foco-de-gripe-aviaria-nos-eua>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

MENEGHETTI, M. et al. Efeito da remoção dos bezerros no folículo dominante e na taxa de ovulação ao primeiro GnRH em protocolos de sincronização em vacas Nelore em anestro. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 25, p. 286-288, 2001.

MENEGHETTI, M. **Mês de parição, condição corporal e resposta a protocolos de inseminação artificial em tempo fixo em vacas de corte primíparas**. 2006. viii, 58 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/95302>>.

MIHM, M.; BLEACH, E.C.L. Endocrine regulation of ovarian antral follicle development in cattle. **Animal Reproduction Science**. v. 78. p. 217-237. 2003.

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 x Angus (*Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus*). São Paulo, 2003, 98p. **Dissertação (doutorado em Reprodução Animal)** – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Departamento de Reprodução Animal – Universidade de São Paulo.

MORAES, J. C. F. et al. Controle do Estro e da Ovulação em Ruminantes. In: GONÇALVES, P. B. D.; FIGUEIREDO, J. R.; FREITAS, V. J. de F. **Biotécnicas Aplicadas à Reprodução Animal**. 2. ed. São Paulo: Editora Roca, 2014. Cap. 3. p. 33-56.

MORENO, D. et al. Follicle wave emergence in beef cows treated with progesterone releasing devices, estradiol benzoate and prostaglandin. **Theriogenology**, v.55, p.408, 2001.

MUKASA-MUGERWA, E. A review of reproductive performance of female *Bos indicus* (Zebu) cattle. **ILCA monography**. v.6, p. 1-34, 1989.

NICHOLSON, M. J.; BUTTERWORTH, M. H. **A guide to condition scoring of zebu cattle**. Addis Ababa: International Livestock Centre for Africa, 1986. 29p.

NOAKES, D. E. **Fertilidade e Obstetrícia em Bovinos**. São Paulo: Livraria Varela, 1991. p.10.

NOGUEIRA, E. et al. **Nutrição Aplicada à Reprodução de Bovinos de Corte**. In: MEDEIROS, R. S.; GOMES, R. C; BUNGENSTAB, D. J; Nutrição de Bovinos de Corte: Fundamentos e Aplicações, 1., 2015. p. 141-156.

NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1996. 242 p.

ODDE, K. G. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. **Journal of Animal Science**. v. 68, n. 3, p. 817-830. 1990. doi:10.2527/1990.683817x

OLIVEIRA, L. Z. et al. Efeito da idade sobre as principais características andrológicas de touros Brangus-Ibagé criados extensivamente no estado do Mato Grosso do Sul-Brasil. **Acta Scientiae Veterinariae (Online)**, v. 39, p. 946, 2011.

PANCARCI, S. M. et al. Uso of Estradiol Cypionate in a Presynchronized Timed Artificial Insemination Program for Lactating Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**. v. 85, n. 1, 2002.

PASOLINI R.; FERREIRA, J. E. Relação do custo benefício do eCG no protocolo de IATF de fêmeas nelore. **Saber Digital**, v. 7, n. 1, p. 52- 66, 2014. Disponível em: <http://faa.edu.br/revistas/docs/saber_digital/2014/Saber_Digital_2014_06.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2017.

PAULINO, M. F. et al. Suplementação como estratégia de manejo das pastagens: uma visão sistêmica. In: *Volumosos na Produção de Ruminantes*, 1., 2003. **Jaboticabal. Anais... Jaboticabal**. p. 87-100.

PEDROSO, P. M. O. et al. Aspectos clínicos e patológicos em bovinos afetados por raiva com especial referência ao mapeamento do antígeno rábico por imunohistoquímica. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [s.l.], v. 29, n. 11, p.899-904, nov. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-736x2009001100006>.

PERALTA-TORRES, J. A. et al. Comparación del Cipionato de Estradiol VS Benzoato de Estradiol sobre la Respuesta a Estro y Tasa de Gestación em Protocolos de Sincronización com CIDR em Novillas y Vacas *Bos indicus*. **Universidad y Ciencia**, Villahermosa, v. 26, n. 2, p.163-169, 12 mai. 2010. Semestral.

PEREIRA, J. C. C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 5. ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2008.

PIMENTA, J. M. B. **Uso de benzoato ou cipionato de estradiol como indutores de ovulação em protocolos de IATF**. 2014. Disponível em: <<http://www.ourofinosaudeanimal.com/blog/tag/cipionato-de-estradiol/>>. Acesso em: 10 mai. 2017.

PINHEIRO, O.L. et al. Estrous behavior and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F_{2α} or norgestomet and estradiol valerate. **Theriogenology**, [s.l.], v. 49, n. 3, p.667-681, fev. 1998. Elsevier BV. <[http://dx.doi.org/10.1016/s0093-691x\(98\)00017-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0093-691x(98)00017-x)>.

PORTALUPPI, M. A.; STEVENSON, J. S. Pregnancy Rates in Lactating Dairy Cows After Presynchronization of Estrous Cycles and Variations of the Ovsynch Protocol. **Journal of Dairy Science**. v. 88, n. 3, 2005.

PRADO, G. A. F.; PRADO, G. F. **Interação Nutrição e Reprodução**. Disponível em: <http://www.bigsal.com.br/imagens/clip_image002_0002.jpg>. Acesso em: 19 mar. 2017.

PURSLEY, J.R.; MEE, M.O.; WILTBANK, M.C. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 α and GnRH. **Theriogenology**, [s.l.], v. 44, n. 7, p.915-923, nov. 1995. Elsevier BV. <[http://dx.doi.org/10.1016/0093-691x\(95\)00279-h](http://dx.doi.org/10.1016/0093-691x(95)00279-h)>.

PURSLEY, J.R. et al. Pregnancy Rates Per Artificial Insemination for Cows and Heifers Inseminated at a Synchronized Ovulation or Synchronized Estrus. **Journal Of Dairy Science**, [s.l.], v. 80, n. 2, p.295-300, fev. 1997. American Dairy Science Association. <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(97\)75937-x](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(97)75937-x)>.

QUINTANILLA-GOZALO, A. et al. Seroprevalence of Neospora caninum infection in dairy and beef cattle in Spain. **International Journal For Parasitology**, [s.l.], v. 29, n. 8, p.1201-1208, ago. 1999. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0020-7519\(99\)00084-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0020-7519(99)00084-3).

RABIEE, A. R.; LEAN, I. J.; STEVENSON, M. A. Efficacy of Ovsynch Program on Reproductive Performance in Dairy Cattle: a Meta-Analysis. **Journal of Dairy Science**. v. 88, n. 8, 2005.

RAMOS, C. S. **EUA relata 1º foco de gripe aviária altamente patogênica em 2017 à OIE**. 2017. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/agro/4833328/eua-relata-1-foco-de-gripe-aviaria-altamente-patogenica-em-2017-oie>>. Acesso em: 25 abr. 2017.

RANDEL, R.D. Seasonal effects on female reproductive functions in the bovine (Indian breeds). **Theriogenology**. v. 21, p. 170-185. 1984.

REICHENBACH, H.; MORAES, J. C. F.; NEVES, J. P. Tecnologia do Sêmen e Inseminação Artificial em Bovinos. In: GONÇALVES, P. B. D.; FIGUEIREDO, J. R.; FREITAS, V. J. de F. **Biotécnicas Aplicadas à Reprodução Animal**. 2. ed. São Paulo: Editora Roca, 2014. Cap. 4. p. 57-82.

REIS, R. A. et al. Otimização da utilização da forragem disponível através da suplementação estratégica. In: Volumosos na Produção de Ruminantes, 2., 2005, **Jaboticabal. Anais... Jaboticabal**: FUNEP, 2005. p.25-60

REIS, R. A. et al. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 38, p.147-159, jul. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <<http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982009001300016>>.

ROCHA, J.L. Sincronização hormonal da onda folicular e do estro em novilhas de corte mestiças monitoradas por radio telemetria. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo, SP, Brazil, 2000.

RODRIGUES, A. **IATF rende R\$2,6 bilhões no Brasil. 2017**. Disponível em: < <http://pecnetica.com.br/iatf-rende-r-26-bilhoes-no-brasil/>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

ROEHE, P. M. et al. Diferenciação entre os Vírus da Rinotraqueíte Infecciosa Bovina (Bhv-1) e Herpesvírus da Encefalite Bovina (Bhv-5) com Anticorpos Monoclonais. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [s.l.], v. 17, n. 1, p.41-44, jan. 1997. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-736x1997000100007>.

SÁ FILHO, O. G. et al. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows II: Strategies and factors affecting fertility. **Theriogenology**, [s.l.], v. 72, n. 2, p.210-218, jul. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.02.008>.

SANTOS, R.M. et al. Efeito da ovulação à primeira aplicação de GnRH em protocolos de inseminação artificial em tempo fixo nas taxas de sincronização e prenhez em vacas de leite em lactação. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 27, n. 3, p. 437-438, 2003.

SARTORELLI, E.S. et al. Morphological characterization of follicle deviation in Nelore (*Bos indicus*) heifers and cows. **Theriogenology**. v. 63, p. 2382-2394. 2005.

SARTORI, R. et al. Follicular deviation and acquisition of ovulatory capacity in bovine follicles. **Biology Reproduction**. v. 65, p. 1403-1409. 2001.

SCARCELLI, E. et al. **Abortamento e morte embrionária em receptoras**. Acta Scientiae Veterinariae. 32: 59- 64. 2004.

SEGERSON, E.C. et al. Ovarian and uterine morphology and function in Angus and Brahman cows. **Journal Animal Science**. v. 59, p. 1026-1046. 1984.

SEVERO, N. C. Influência da qualidade do sêmen bovino congelado sobre a fertilidade. **A Hora Veterinária**, v. 28, n. 167, p. 36-39, 2009.

SILVA, A. R. et al. Efeito da idade do touro e do período de colheita de sêmen sobre as características físicas e morfológicas do sêmen de bovinos de raças européias e zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 38, n. 7, p.1218-1222, jul. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982009000700009>.

SILVEIRA, A. P. **Uso de Protocolos de IATF para Aumentar a Eficiência Reprodutiva de Gado de Corte**. 2010. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência Animal, Universidade do Oeste Paulista (unoeste), Presidente Prudente, 2010. Disponível em: <<http://bdtd.unoeste.br:8080/jspui/bitstream/tede/639/1/Dissertacao.pdf>>. Acesso em: 19 mai. 2017.

SOLERA, J.; MARTINEZ-ALFARO, E.; ESPINOSA, A. Recognition and Optimum Treatment of Brucellosis. **Drugs**, [s.l.], v. 53, n. 2, p.245-256, fev. 1997. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.2165/00003495-199753020-00005>.

SOLORZANO, C. W. et al. Synchronization treatment with new and reused CIDR-B devices: estrus and pregnancy rates in an embryo transfer program. **Reproduction, Fertility and Development**. p. 233-234. 2004. Disponível em: <<http://www.publish.csiro.au/rd/pdf/RDv17n2Ab165>>. Acesso em: 03 de jul. 2017

SPEARS, J. M.; KEGLEY, E. B. Effect of zinc source (zinc oxide vs. zinc proteinate) and level on performance, carcass characteristics, and immune response of growing and finishing steers. **Journal of Animal Science**, 80:2747-2752, 2002.

STAHRRINGER, R.C., NEUENDORFF, D.A.; RANDEL, R.D. Seasonal variations in characteristics of estrous cycles in pubertal Brahman heifers. **Theriogenology**. v. 34, p. 407-415. 1990.

STEWART F., ALLEN W.R..1981. Biological functions and receptor binding activities of equine chorionic gonadotrophins. **J. Reprod. Fertil.** v.62, p.527-536.

SUTTLE, N. F. Mineral nutrition of livestock. 4th ed. **CABI Publishing**, Oxfordshire, UK. 579 p, 2010.

TORRES-JÚNIOR, J. R. S.; MELO, W. O.; ELIAS, A. K. S. et al. Considerações técnicas e econômicas sobre reprodução assistida em gado de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.33, n.1, p.53-58, 2009.

USDA. **Livestock and Poultry**: World Markets and Trades. 2016. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2017.

USDA. **Livestock and Products Annual**: Annual Livestock 2016. Washington: U.s. Department Of Agriculture, 2016. 10 p. (BR 1614). Disponível em: <[https://gain.fas.usda.gov/Recent GAIN Publications/Livestock and Products Annual_Brasilia_Brazil_8-30-2016.pdf](https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Annual_Brasilia_Brazil_8-30-2016.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2017.

VALLE, E. R.; ENCARNAÇÃO, R. O.; SCHENK, J. A. P. Duração do cio e momento de ovulação em vacas Nelore. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 23, n. 5, p. 852-858, 1994.

VALLE, E. R.; ANDREOTTI, R.; THIAGO, L. R. L. S. **Estratégias para aumento da eficiência reprodutiva e produtiva em bovinos de corte**. Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1998. 80 p.

VALLE, E. R.; ANDREOTTI, R.; THIAGO, L. R. L. de S. **Técnicas de Manejo Reprodutivo em Bovinos de Corte**. Campo Grande: Embrapa, 2000. 61 p. (93). Disponível em: <http://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc_pdf/DOC_093.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2017.

VASCONCELOS, J. L. M.; SANTOS, R. M.; PEREZ, G. C. **Estratégias para Aumentar a Eficiência Reprodutiva em Bovinos de Corte**. [on line]. Botucatu: FMVZ-UNESP, 2004. Disponível em: <http://www.agripoint.com.br/cursos>. Acesso em: 02 jul. 2017.

VILELA, E.R. **Utilização de dispositivo de liberação intravaginal de progesterona no protocolo de sincronização (GnRH/PGF2 α /GnRH) associado a remoção temporária dos bezerros em vacas Nelore paridas**. 2004. 58f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

VISHWANATH, R. Artificial insemination: the state of the art. **Theriogenology**, v.59, p.571-584, 2003.

VOGG, G. et al. Utilidade do benzoato de estradiol após suplementação com gestágeno na sincronização de cios de novilhas de corte. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.32, n.1, p.41-46, 2004.

WAITE, A. L.; HOLTAN, D. W.; STORMSHAK, F. Changes in bovine luteal progesterone metabolism in response to exogenous prostaglandin F2 α . **Domestic Animal Endocrinology**, [s.l.], v. 28, n. 2, p.162-171, fev. 2005. Elsevier BV. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.domaniend.2004.08.001>>.

WECKER F. et al. Efeito da aplicação de eCG ou hCG 7 dias após a IATF no desenvolvimento das estruturas ovarianas e nas taxas de prenhez de vacas de corte. **Acta Sci Vet**, v.40, p.1072, 2012. Resumo.

WISHART, D.F. Observations on the oestrus cycle of the Friesian heifers. **Vet. Rec.**, v.90, p.595-7, 1972.

YAVAS, Y.; WALTON, J. S., 2000. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. **Theriogenology** 54, 25–55.