

Superovulação em éguas: Revisão

Priscyla Lorena de Sá Gonçalves^{1*}  , Luiza Paula Araújo Alcantara¹  , Aluizio Otávio Almeida da Silva²  

¹Discente do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pará, Campus Castanhal, Castanhal - Pa Brasil.

²Docente do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Pará, Campus Castanhal, Castanhal - Pa Brasil.

*Autor para correspondência. Email: priscyla.sa@gmail.com.

Resumo. A superovulação é uma biotecnologia aceita em éguas, que reconhece incontáveis proveitos para a reprodução da espécie, como a elevação dos índices de fertilidade, maiores possibilidades de prenhez para o sêmen congelado e sexado, superior rendimento de garanhões sub férteis, incremento do índice de recuperação embrionária, antecipação ou prognose da primeira ovulação do ano, excelentes números de embriões para criopreservação e multiplicação na quantia de folículos para coleta de ovócitos. Dessa forma, torna-se essencial que o médico veterinário tenha conhecimento sobre este assunto para atuar na equinocultura. Este trabalho tem por objetivo a elaboração de uma revisão de literatura sobre as principais abordagens de protocolos hormonais utilizados na indução de superovulação em éguas. Como resultados observou-se que trabalhar com protocolos de superovulação de éguas além de viabilizar a potencialização da sua capacidade reprodutiva, pode também oferecer maior rentabilidade para o produtor.

Palavras chave: Biotecnologia, ovulação, poliétricos sazonais, reprodução equina

Superovulation of mares: Review

Abstract. Superovulation is an accepted biotechnology in mares, which recognizes in countable gains for the species reproduction, as the increase in fertility rates, highest possibilities of pregnancy for frozen and sexed semen, superior of sub fertile stallions, increase in the rate of gain embryonic development, anticipation or prognosis of the first ovulation of the year, excellent numbers of embryos for cryopreservation and multiplication in the number of follicles for oocyte collection. Thus, it is essential that a veterinarian has knowledge on this subject to work in aquiculture. This work aims to carry out a literature review on the main approaches to hormonal protocols used in the induction of superovulation in mares. As a result, it was observed that working with mares's superovulation protocols, in addition to enabling the enhancement of their reproductive capacity, can also offer greater profitability for the producer.

Keywords: Biotechnology, equine reproduction, ovulation, seasonal polyestrous

Introdução

A superovulação é uma biotecnologia admissível em equinos, que possui incontáveis vantagens para a reprodução da espécie, como o aumento da taxa de fertilidade em éguas, maior probabilidade de prenhez para o sêmen congelado e sexado, melhor rendimento de garanhões sub férteis, elevação do índice de recuperação embrionária, previsibilidade da primeira ovulação do ano, melhor números de embriões para criopreservação e multiplicação na quantidade de folículos para coleta de ovócitos ([Farias et al., 2019](#); [Fathy & Abdallah, 2022](#); [Mari et al., 2005](#); [Squires et al., 2003, 2006](#); [Squires & McCue, 2007](#)).

A superovulação é uma técnica artificial de manejo que viabiliza o aumento da fertilidade de cavalos, reprimidos por éguas, as quais, fisiologicamente no decorrer do cio, apresentam um único folículo

predominante e que resulta na ovulação, com a liberação de um único ovócito. O fato de a égua ser um animal com atributo monovulatório, a chance de intensificar a quantidade de ovulações por cio com a superovulação, possibilita melhores avanços nos programas de transferência de embriões, ampliando a capacidade reprodutiva desses animais ([Hurtgen, 2008](#)).

Há vários estudos de protocolos hormonais que têm sido utilizados para a manipulação das ondas foliculares, cujo objetivo é promover a super estimulação do crescimento dos folículos simultaneamente e aumento na taxa de recuperação embrionária em éguas ([Farias et al., 2019](#); [Fathy & Abdallah, 2022](#); [Mari et al., 2005](#); [Squires et al., 2003, 2006](#); [Squires & McCue, 2007](#)).

O presente trabalho tem como objetivo uma revisão de literatura sobre as principais abordagens dos protocolos hormonais utilizados na indução de superovulação em éguas bem como expor a importância desta biotecnologia.

Importância da equideocultura

Os equinos são imprescindíveis para o agronegócio brasileiro por desempenharem inúmeras atribuições, tais como transporte de carga, auxílio no manejo do gado, atividades esportivas (salto, hipismo, rodeios e vaquejadas) e atuarem antigamente na movimentação de mecanismos que ajudavam a moer grãos ([Lima & Cintra, 2016](#); [Lima et al., 2006](#)). Além disso, essa espécie é usada para a produção de soro antiofídico e, hoje, coopera na produção de soro anti-covid, que participa no tratamento e recuperação de pessoas acometidas pelo vírus da COVID 19 ([Vallejo Aristizábal et al., 2017](#)). Sendo assim, é de grande importância manter, preservar e propagar de forma racional a equideocultura e as biotécnicas de reprodução como importantes ferramentas dessa busca ([Vallejo Aristizábal et al., 2017](#)).

A produção de equinos gera 3,2 milhões de empregos em todo país na comercialização dos animais, na produção de arreios, rações e medicamentos, o que estimula um faturamento bruto em torno 16 bilhões de reais por ano ([MAPA, 2016](#)). O desenvolvimento econômico deu-se em razão do crescimento da atuação equestre em áreas como do trabalho, turismo, provas, festas de rodeio e lazer, além da equoterapia com crianças portadoras de deficiências motoras e psicossociais, como atraso mental e autismo ([Mello et al., 2022](#)). Segundo Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) em 2020, realizada pelo IBGE, o rebanho equino do Brasil cresceu 1,9% em 2020, comparado com os dados do ano anterior, somando 5.962.126 de cabeças ([IBGE, 2020](#)). Desse efetivo, a região Centro-Oeste (22,78%), Nordeste (22,47%), Sudeste (22,45%) apresentam os maiores rebanhos de equinos, enquanto as regiões Norte (16,98%) e Sul (15,32%) possuem as menores porcentagens do rebanho brasileiro.

É importante enfatizar que a produtividade econômica da atividade equina, está interligada ao desempenho reprodutivo desses animais, que por serem poliétricos sazonais, têm maior atividade reprodutiva nos períodos de maior luminosidade, no estado do Pará por exemplo, o período seco do ano é o mais favorável ([Menezes et al., 2015](#)). Mas é necessário observar que em países circunscritos no hemisfério sul, como é o caso do Brasil, os períodos reprodutivos se limitam à primavera e ao verão ([Oliveira & Souza, 2003](#)). O estado do Pará, caracteriza-se por sua grande oscilação pluviométrica, devido aos distintos complexos atmosféricos que agem na região ([Menezes et al., 2015](#)). A região integra-se ao clima do tipo “A”, denominado clima tropical com elevados índices pluviométricos, temperaturas médias acima de 18° C, com preponderante quente e úmido. Com médias de chuvas próximas dos 2.000 mm/ano, que oscilam entre 1.600 mm e 1.900 mm, com temperaturas do ar de 24 e 26 °C médias anuais e cerca de 80% de umidade relativa do ar.

Em pesquisa desenvolvida no estado de Sergipe com éguas Mangalarga Marchador, observou-se que as condições climáticas podem beneficiar a permanência da estação de monta. Nesse experimento, observou-se uma taxa de estro excepcionalmente satisfatória, entre 90 a 100%, com 29,9 °C máxima e 23,5 °C mínima de temperaturas médias. Regiões do país com condições climáticas semelhantes, podem apresentar o mesmo potencial para reprodução em equinos, influenciando no ciclo estral ([Mariz et al., 2008](#)).

A superovulação de éguas pode promover o aumento desse efetivo rebanho, a partir disso torna-se importante realizar uma revisão de literatura, com o intuito de mostrar as bio-técnicas da reprodução voltadas a superovulação de éguas de modo a considerar viável a chance de cobertura e concepção, a fim de reduzir o intervalo entre parto e conferir nascimento de um potro ao ano ([Aurich, 2011](#)).

Fisiologia equina

A égua chega à puberdade por volta de 14 a 18 meses de idade e começa a atividade reprodutiva com a presença do primeiro estro clínico acompanhado da ovulação. Entretanto, depois de chegar à puberdade, a égua só estará apta a primeira cobertura quando estiver fisicamente madura, comumente no entorno de 24 a 36 meses de idade, quando já tem equilíbrio hormonal e desenvolvimento físico suficiente para sustentar a gestação ([Silva et al., 1998](#)). Contudo, a idade à puberdade pode ser influenciada por conta da nutrição, ambiente, genética, desenvolvimento corporal, fotoperíodo, latitude e temperatura ([Guillaume et al., 2006](#); [Ley, 2006](#); [Silva et al., 2015](#); [York & Schulte, 2014](#)).

A égua tem um ciclo reprodutivo com duração de aproximadamente 21 a 22 dias, com sete dias de estro, caracterizado como fase folicular. Neste estágio, há altas concentrações de estrógeno, cujo hormônio aumenta a frequência de micção e leva a uma mudança de postura na presença do garanhão, a fêmea fica visivelmente receptiva, já que está próxima ao período da ovulação. Sendo então no decorrer do cio, com a apresentação comportamental de elevação da cauda, contração da vulva, exposição do clitóris e receptividade ao garanhão, denotando que o órgão genital está apto a aceitar e transportar espermatozoides sucedendo assim a ovulação ([Aurich, 2011](#); [Bettencourt et al., 2018](#); [Ginther, 2017](#); [Hafez & Hafez, 2004](#); [Ley, 2006](#)). Por outro lado, na fase de diestro, fase lútea, ocorre o aumento da concentração de progesterona, que inibe o comportamento estral, período em que as éguas não se encontram mais receptivas aos garanhões, ou seja, não permitem o acasalamento ([Crowell-Davis, 1993](#)).

Normalmente, há duas ondas de desenvolvimento folicular por ciclo estral das éguas, culminando na ovulação do folículo dominante da segunda onda ao atingir 35 a 40 mm de diâmetro ([Aurich, 2011](#)). De acordo com o mesmo autor, a ovulação acontece no terço final do estro, por cerca de 24 a 38 horas antes das indicações comportamentais de cio desaparecerem na égua. A lise do corpo lúteo, por ação da prostaglandina produzida no endométrio, poderá ocorrer em virtude a problemas na concepção, no diagnóstico da gestação ou morte embrionária, a qual acarretará na retomada do ciclo estral. Todavia, após a cobertura, se houver fusão do ovócito com o espermatozoide, caracterizar-se-á em sucesso na fecundação, com o corpo lúteo ativo e a progesterona em níveis elevados, o que salvaguarda a gestação ([Crowell-Davis, 1993](#); [Hafez & Hafez, 2004](#)).

Por volta de cinco a 12 dias após o parto, as éguas prenunciam o cio ovulatório, comumente denominado como cio do potro, o que não acontece em outras espécies domésticas ([Barros & Oliveira, 2017](#)). O emprego do cio do potro é conveniente, pois a cobertura neste período viabiliza a produção de um potro por égua ao ano, o que reduz o intervalo entre parto ([Barros & Oliveira, 2017](#)). A taxa de prenhez nesse momento, pode sofrer influência de alguns fatores como a idade da égua, escore corporal, evolução do parto e integridade do trato reprodutivo no pós-parto, fator de alta ingerência, pois pode culminar em desordem na gestação, advindos da maior taxa de morte provocados pela existência das lóquios uterinas e a incompleta involução uterina ([Barros & Oliveira, 2017](#)). A partir do relatado, fica claro que a fertilidade da égua no primeiro estro pós-parto pode apresentar uma redução de 10 a 20%, da taxa de concepção, relativamente a cobertura em períodos subsequentes ([Barros & Oliveira, 2017](#)).

Como foi citado no tópico anterior, os equinos são classificados como animais poliéstricos estacionais, com melhor fase reprodutiva nos períodos de maior luminosidade, elevadas temperaturas e incidência de chuva, como ocorre no Brasil. Todavia, em algumas regiões equatoriais de menores latitude e variação de luminosidade ao longo do ano, a sazonalidade reprodutiva não acontece tão nitidamente, a ponto das éguas procederem como poliéstricas anuais, as quais apresentam cio em uma determinada época do ano, ou seja, entram no cio após o verão, em que há dias mais longos e com mais intensidade de luz solar ([Farias et al., 2019](#); [Hafez & Hafez, 2004](#); [Ley, 2006](#); [Aurich, 2011](#)).

A produção de melatonina decai em ambiente natural, em intervalos de 15 a 16 horas de luz. A queda da produção e baixa concentração da melatonina, induz a ativação do eixo pineal-hipotalâmico-hipofisário-gonadal da égua. No momento em que esse eixo é ativado, o hipotálamo começa a produzir o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), o qual irá agir na hipófise, ativando a produção dos hormônios folículo-estimulantes (FSH) e hormônio luteinizante (LH) ([Rocha et al., 2011](#)). Os receptores ovarianos respondem aos estímulos de FSH e de LH promovendo o recrutamento, a seleção e a dominância folicular ([Ley, 2006](#)).

O hormônio folículo-estimulante e o hormônio luteinizante, são produzidos na glândula pituitária, a qual se encontra na base do cérebro. Com a chegada da primavera, a glândula pituitária é ativada pelo aumento da luminosidade para incrementar a produção do hormônio folículo-estimulante, o qual é liberado na corrente sanguínea, direcionando-se aos ovários para iniciar a evolução de um folículo contendo um ócito. O folículo em crescimento fornece estrogênios, que são liberados na corrente sanguínea. Diante do aumento do estrogênio a nível sérico, o hormônio luteinizante proveniente da glândula pituitária também se eleva. Os estrogênios são responsáveis pelos sinais clínicos do estro e atuam nos ovidutos, útero e cérvix para preparar o trato reprodutivo para a gestação. A elevação do nível do hormônio luteinizante induz o rompimento do folículo no ovário, levando a ovulação. Como o folículo se desenvolve no ovário, o ócito dentro do folículo passa por uma série de modificações ao ponto de ser potencialmente fertilizado pelo espermatozoide. No rompimento da parede do folículo, um fluido viscoso que o envolvia, leva consigo o óvulo. A depressão deixada pelo folículo rompido torna-se ingurgitada de sangue para formação do corpo hemorrágico. O corpo hemorrágico luteiniza-se, pela ação do LH formando o corpo lúteo, também denominado de corpo amarelo ([Ginther, 2000](#); [Ginther et al., 2005](#); [Samper & Hankins, 2001](#)). Com a progressão do corpo lúteo, há produção de progesterona, que influencia a glândula pituitária e o trato reprodutivo. O *feedback* da progesterona pela corrente sanguínea, inibe a liberação do hormônio luteinizante. Sob a influência da progesterona, a égua não apresentará estro. A função da progesterona é manter a gestação, no ambiente uterino propício ao desenvolvimento fetal ([Gonçalves et al., 2008](#); [Hafez & Hafez, 2004](#)).

Caso não haja concepção, o corpo lúteo permanecerá funcional por cerca de 12 a 14 dias, havendo liberação da prostaglandina do endométrio ([Ley, 2006](#)). A prostaglandina tem ação luteolítica, pois age no corpo lúteo na corrente sanguínea provocando a sua regressão. Conforme o corpo lúteo diminui, os teores de progesterona caem, culminando na retirada da inibição da secreção do hormônio luteinizante, então o ciclo recomeça ([Ley, 2006](#)).

Em caso de gestação, as atividades hormonais são fundamentalmente as mesmas dos 12-14 dias após a ovulação. O reconhecimento da gestação ocorre através da inibição da prostaglandina. O resultado é um efeito anti-luteolítico, de modo que o corpo lúteo permanece funcional, os níveis de progesterona são mantidos e a gestação permanece ([Silva et al., 2022](#)).

Entre os dias 25 e 30 de gestação da égua, ocorre um processo de regressão do corpo lúteo, levando a uma diminuição nas taxas de progesterona na corrente sanguínea, havendo persistência na diminuição dos níveis de progesterona, a gravidez muito provavelmente será interrompida ([Silva et al., 2022](#)). No entanto, desenvolve-se um sistema compensatório exclusivo da égua. No intervalo do 25º e o 36º dia de gestação, uma estrutura similar a um cinto de células especiais se distende ao redor da vesícula fetal e por volta do 37º dia de gestação, essa estrutura se desprende das membranas fetais e adere-se a parede endometrial com aumento considerável dessas células e uma transmutação estrutural. Tais células se unem para gerar os cálices endometriais que secretam o hormônio gonadotrofina coriônica equina (ECG). A gonadotrofina coriônica equina chega aos ovários através da corrente sanguínea, estimulando o crescimento folicular secundário e a luteinização. O corpo lúteo secundário fornece progesterona, assim como o corpo lúteo primário até o dia 130 a 150 de gestação. A partir do 80º dia da gestação até o parto, níveis adequados de progesterona são mantidos por partes específicas do útero e membranas fetais para manter a gestação ([Silva et al., 2022](#)).

As éguas prenhas concebem (parto) aos 340 dias $\pm$ 20, pós-acasalamento. O início do parto é muito melindroso e obscuro, contudo, o feto executa um papel fundamental no início do processo. Estímulos mecânicos sucedem em função da distensão do útero, o que promove um aumento da sensibilidade deste órgão aos hormônios estrogênio e oxitocina. No final da gestação, o útero torna-se ativo e o colo dilata. A oxitocina, provinda da glândula pituitária, contrai os músculos do útero e expulsam o filhote ([Silva et al., 2022](#)).

Anatomia do trato reprodutivo da égua

Anatomicamente o sistema reprodutor da égua é composto pela vulva, vestibulo, vagina, cérvix, corpo e cornos uterinos, ovidutos esquerdo e direito sendo estes divididos em: infundíbulo, composto por fimbrias, ampola, o terço médio onde irá ocorrer a fertilização do ócito; e o istmo, que se comunica com o útero pela junção útero tubárica e ovários esquerdo e direito ([Hafez & Hafez, 2004](#); [Köning &](#)

[Liebich, 2011](#); [Reece, 2008](#); [Sisson et al., 1986](#)). É interessante salientar que a pelve da égua possui entrada mais ampla e saída menos estreita, tornando a cavidade maior, facilitando o processo do parto quando se compara com as fêmeas bovinas ([Hafez & Hafez, 2004](#); [Köning & Liebich, 2011](#); [Reece, 2008](#); [Sisson et al., 1986](#)). Não se deve esquecer que a anatomia reprodutiva varia de acordo com a idade e histórico reprodutivo da fêmea ([Hafez & Hafez, 2004](#); [Köning & Liebich, 2011](#); [Reece, 2008](#); [Sisson et al., 1986](#)).

A inervação dos ovários é realizada através de nervos autônomos enquanto a vagina, vulva e clitóris são supridos por fibras simpáticas e parassimpáticas do nervo pudendo ([Feitosa, 2014](#)). A vagina é o órgão copulatório assim como o vestíbulo, além disso possui também função de excreção de urina ([Köning & Liebich, 2011](#)).

Superovulação em éguas e interferências

A superovulação é uma técnica que pode ser aplicada para otimizar as taxas de recuperação embrionária na transferência de embriões (TE). A princípio, a técnica era efetuada em éguas com idade superior a 16 anos e para aquelas com problemas reprodutivos, que não conseguiam manter a gestação. Porém, com o aprimoramento da técnica, houve mudança de paradigmas na implementação de programas de superovulação, pois esses entraves sobre a idade ou status reprodutivo da égua doadora inscrita em um programa de TE foram alterados ([Squires, 2009](#)). A manutenção das receptoras é o que mais onera nos programas de transferência de embriões ([Alvarenga et al., 2001](#); [Niswender et al., 2003](#); [Squires et al., 2003](#)). Todavia, a superovulação traz consigo prerrogativas econômicas quando agregado a programas de transferência de embriões por minorar fundamentalmente os gastos com cuidados de receptoras vazias, elevando assim os índices de recuperação embrionária ([Bonin et al., 2010](#); [Carmo et al., 2006](#); [Niswender et al., 2003](#); [Peres et al., 2007](#)).

O emprego de protocolos de superovulação em éguas encontra obstáculo em teorias, já que muitas vezes os pesquisadores anseiam por respostas iguais ou melhores aos efeitos obtidos em outras espécies animais, a exemplo disto os ruminantes. Alguns trabalhos de investigação com éguas mostram e confirmam que os protocolos superovulatórios nos padrões daqueles manipulados para bovinos não são eficientes para esta espécie ([Cullingford et al., 2010](#); [Ignácio et al., 2013](#)). Entretanto alguns autores sustentam que um dos reais motivos desse problema, é a anatomia do ovário das éguas, que possui uma pequena parte voltada para a ovulação, sítio denominado como fossa de ovulação, que reflete ao tamanho do folículo pré-ovulatório, dificultando a captação do oócito ([McCue et al., 2007](#); [Squires & McCue, 2007](#)).

Em pesquisa desenvolvida com objetivo de observar a recuperação embrionária sobre o número de ovulações em éguas tratadas com protocolos adequados para esta espécie, observou-se que quanto mais o ovário é estimulado, menor é a recuperação embrionária ([Logan et al., 2007](#)). Especulando-se que o que acontece, supostamente é uma abundância de aglutinação de coágulos sanguíneos na fossa ovulatória, advindo da superovulação, dificultando a captação dos oócitos pelo oviduto. É interessante notar que em éguas que ovulam naturalmente, esse aglomerado de coágulos não foi observado. Enquanto que, éguas superovuladas exprimem até três ovulações, a apuração na recuperação de oócitos viáveis por ovulação no oviduto foi similar às éguas com ovulações simples ([Carmo et al., 2006](#)). Éguas que manifestam dupla ovulação naturalmente, têm maior recuperação embrionária por ciclo estral e são mais prolíferas em programas de transferência de embriões ([McCue et al., 2007](#); [Squires & McCue, 2007](#)).

Não é somente a anatomia ovariana que se configura em empecilhos para os programas de superovulação em éguas, mas também alguns protocolos para duplas ou múltiplas ovulações em éguas, tais como a hiper sensibilização da hipófise, a resposta individual e o período ideal para o início dos tratamentos, o alto valor das técnicas e os embarços na obtenção das drogas ([Alvarenga et al., 2001](#); [Alvarenga et al., 2008](#); [Nagao et al., 2012](#)).

Protocolos de superovulação em éguas

O que se pretende com a utilização de protocolo de superovulação é aumentar a taxa de ovulação e a recuperação embrionária em éguas, de modo a influenciar positivamente os programas comerciais de transferência de embriões, transferência de oócitos e no tratamento de alguns casos de subfertilidade ([Niswender et al., 2003](#); [Squires et al., 2003](#)). Os índices de recuperação embrionária de éguas em

programas de TE com ovulação única é de aproximadamente 50% a 65% com excelentes taxas de prenhez pós-transferência, em torno de 70%, proporcionando ao cliente em torno de 35% chances de obtenção de uma prenhez, por isso os protocolos de superovulação são uma ferramenta poderosíssima a ser manuseada para melhorar índices reprodutivos da égua ([Squires, 2007](#); [McCue, 2007](#)).

Hormônio folículo estimulante suíno (FSHp)

FSH é um hormônio pertencente à família de hormônios glicoproteicos, compostos por uma subunidade α comum e uma subunidade hormônio específica β não covalentemente associada ([Pierce & Parsons, 1981](#)). A subunidade β é a que determina a especificidade da ligação ao receptor e, consequentemente, sua resposta biológica ([Combarnous, 1992](#); [Moyle et al., 1994](#)). Em virtude da sua extensa disponibilidade, inúmeras pesquisas baseiam-se na aplicação do FSH de origem suína para viabilização de múltiplas ovulações em éguas. Todavia, a administração dessa gonadotrofina duas vezes ao dia durante a metade ou o final do diestro até o início do estro, proporciona respostas insatisfatórias à taxa de ovulação por ciclo estral. Além disso, fornece um *feedback* ineficiente, quando comparado com a espécie bovina e constitui-se em um método de custo elevado, por requerer administração de altas doses ([Fortune & Kimmich, 1993](#); [Hofferer et al., 1991](#); [Squires et al., 1986](#)).

Trabalhos de pesquisas demonstraram que a aplicação de FSH-p nas doses de 8 a 50 mg em éguas cíclicas apresentaram baixa efetividade, pois não aumentaram devidamente as taxas de ovulações com média inferior a 1,8 ovulações/égua ([McCue, 1996](#); [Squires et al., 1986](#)). Por outro lado, trabalhos realizados por [Krekeler et al. \(2006\)](#) demonstram resultados favoráveis com relação a protocolos manipulando FSH de origem suína (FSHp). Neste estudo, lançaram mão de dois protocolos de superovulação com FSHp nas doses de 10 e 25 mg IM administrados duas vezes ao dia. As éguas tratadas exibiram maior número de ovulações que as não tratadas. As doses de FSHp, 10 e 25 mg, aumentaram o número de ovulações por ciclo (2,2 e 2,28, respectivamente), com um menor número de embriões por ciclo sendo recuperado das éguas manipuladas com 10 mg de FSHp (0,7), em relação às manipuladas com 25 mg (1,32) ([Krekeler et al., 2006](#)). Outro grupo de investigadores avaliou o FSHp nas doses de 15 mg via intramuscular (IM), duas vezes ao dia em éguas da raça Mangalarga Paulista e Quarto de Milha e obtiveram 14,3% (2/10) de duplas ovulações e média de 1,1 ovulações por égua, o que não diferiu do grupo controle ([Chaves et al., 2008](#)). Entretanto, é importante salientar que em outros trabalhos de investigações voltado para recuperação embrionária, com protocolos utilizando FSHp, não se verificou ovulações múltiplas, nem houve aumento eficiente no índice de recuperação embrionária através de doses de 25 mg e de 50 mg com similar frequência de aplicação ([Ignácio et al., 2007](#)).

Resultado ineficientes como a baixa resposta das éguas ao FSHp em programas de superovulação, independente da dose e da raça trabalhada, possivelmente está ligado à especificidade do hormônio manuseado e muito provavelmente a baixa tolerância dos receptores foliculares equinos tenham interferido na resposta a esse hormônio ([Cullingford et al., 2010](#); [Rocha Filho, 2005](#)).

Hormônio folículo estimulante equino purificado (eFSH)

O FSH equino purificado é um composto enriquecido de FSH adquirido a partir do extrato de pituitária equina. Encontrava-se disponível comercialmente desde 2003 nos Estados Unidos e Canadá (Bioniche Animal Health, Canadá Inc.); porém, a comercialização foi interrompida em 2007.

Os tratamentos superovulatórios com eFSH aumentam o número de ovulações por ciclo e de embriões coletados por lavado. Os índices de recuperação embrionária para éguas superovuladas com eFSH seguido de hCG (Gonadotrofina coriônica humana) foi de três a quatro vezes superior ao encontrado para éguas controle ([Niswender et al., 2003](#)). Foi observado, também, em trabalhos de pesquisas de superovulação em éguas, que as respostas mais eficientes estavam presentes quando a dosagem administrada consistia de 12,5 mg de eFSH em duas vezes ao dia, manifestando uma taxa de ovulação média de 3,3 a 5,6 ovulações por égua e taxa de recuperação embrionária com oscilação de 1,6 a 2,6 embriões ([Alvarenga et al., 2003](#); [Logan et al., 2007](#); [Machado et al., 2005](#); [Niswender et al., 2003](#); [Peres et al., 2007](#); [Welch et al., 2006](#)).

Os pioneiros [Woods & Ginther \(1983\)](#), nas pesquisas voltadas à viabilidade de embriões de éguas superovuladas, afirmaram que embriões de éguas estimuladas são menos viáveis que das não

estimuladas. Entretanto, em outras investigações encontraram taxa de gestação similar nas transferências de embriões de éguas superovuladas e de ovulação simples ([Logan et al., 2007](#); [McCue et al., 2007](#); [Squires & McCue, 2007](#)).

O extrato de pituitária equina (EPE) é um preparado parcial de gonadotrofina equina que pode ser utilizado em éguas na indução de ovulação simples e ovulações múltiplas para coleta de oócitos ou de embriões e para diminuir o intervalo entre a indução e a ovulação ([Cullingford et al., 2010](#); [Farinasso et al., 2005](#); [McKinnon et al., 2011](#); [Samper & Hankins, 2001](#)).

A utilização de EPE com o intuito de estimular ovulação em éguas também é descrito e a utilização é reduzida em função de poucos matadouros de cavalos estarem legalizados no Brasil, sem contar que a purificação do composto é de alto custo de produção ([Bonin et al., 2010](#)). Os resultados observados na literatura com a utilização do EPE, oscilam bastante em especial por consequência da grande assimetria detectada na proporção das gonadotrofinas (LH e FSH) nos preparados ([Peres et al., 2007](#)).

Tem sido revelado que altas doses de EPE (25 mg) elevam o número de ovulações e embriões recuperados por lavado, e que ao se administrar 25 mg de EPE observou-se que a cada 12 horas, as médias das ovulações oscilaram em torno de 4,7 a 7,1 ovulações ([Alvarenga et al., 2001](#); [Scoggin et al., 2002](#)), enquanto que o uso de 12,5 mg a cada doze horas resultou em 3,4 ovulações ([Scoggin et al., 2002](#)).

Carmo (2003) comparou a ação de doses constantes de 25 mg de EPE a cada 12 horas a doses decrescentes de EPE de 40 mg, 35 mg, 30 mg, 25 mg, 20 mg, 15 mg, 10 mg, do primeiro ao sétimo dia, respectivamente, de tratamento de EPE na indução de superovulação em éguas. O uso de doses decrescentes objetivou diminuir as concentrações de LH exógeno próximo a ovulação e observou que o uso de doses decrescentes de EPE induzem uma melhora numérica, porém não significativa de ovulações na ordem de 3,5 vs. 5,0 – doses constantes e decrescentes e de 1,2 vs. 1,8 embriões recuperados ([Carmo, 2003](#)).

Sá (2017) avaliou a administração EPE para indução de múltiplas ovulações em éguas Mangalarga Marchador com objetivo de obter pelo menos um embrião recuperado por ciclo. O tratamento consistia em duas aplicações de 8,0 mg de EPE iniciadas no dia 8 até pelo menos dois folículos alcançarem 35mm. Concomitante a isso, foi realizada a indução da ovulação com aplicação IV de 1000 UI de hCG, sendo observado diferença entre as taxas de recuperação de embriões entre grupo controle e tratado 83% (5/6) e 150% (9/6) respectivamente e foi verificado que EPE foi efetivo no aumento da taxa de recuperação de embriões por animal.

Hormônio folículo estimulante equino recombinante (FSH-re)

Hormônio Folículo Estimulante equino recombinante - FSH-re, um outro produto administrado na superovulação, tem superior valor nesse processo, pois tem a prerrogativa sobre o EPE, de ser um produto puro e sintético, sem as proteínas contaminantes encontradas no composto de pituitária. Um grupo de pesquisadores afirmaram que FSH-re pode ser utilizado para promover o desenvolvimento folicular em éguas cíclicas ([Niswender et al., 2007](#)). Entretanto, um outro grupo de pesquisadores não verificaram uma elevação significativa no número de ovulações ([Jennings et al., 2009](#)). Muito provavelmente por causa das falhas na ovulação no grupo tratado devido à estimulação deficiente do LH-re que foi empregado como agente indutor de ovulação. No que se refere a recuperação embrionária de éguas superovuladas pelo uso de FSH-re e LH-re, foi averiguado um melhor resultado no grupo tratado ($3,9 \pm 0,87$) em relação ao controle ($2,0 \pm 0,53$), contudo a taxa de embriões por ovulação foi similar entre os grupos. Os trabalhos supracitados, concluíram que o FSH-re com a adição do LH-re foi eficaz no aumento no número de embriões recuperados ([Meyers-Brown et al., 2010](#)).

Em estudos com LH-re, observou-se eficácia no aumento de fatores de crescimento epidérmicos em células da granulosa e uma isoforma de fosfodiesterase em oócitos equinos 9h após a incubação, os quais são essenciais para a maturação do oócito ([Lindbloom et al., 2008](#)). Os estudos usando FSH-re, eFSH e doses decrescentes de EPE apresentaram maiores concentrações sistêmicas de estrogênio e inibina ([Blanco et al., 2009](#); [Jennings et al., 2009](#); [Meyers-Brown et al., 2010](#)). Maiores concentrações de estradiol e a inibina atuando como fatores parácrinos/autócrinos demonstrou ser prejudicial para a maturação do oócito que pode, por sua vez, eventualmente afetar o embrião por ovulação ([Bing et al., 2001](#); [Rosen et al., 2009](#); [Silva et al., 1999](#)).

Devido ao fato de que EPE ou eFSH pituitária parcialmente purificada conter tanto FSH quanto LH, quando utilizado desde o início da emergência folicular até o momento imediato antes da ovulação, não simula os eventos fisiológicos que ocorrem em égua com ciclos estrais naturais, conforme descrito por [Ginther et al. \(2005\)](#). Além disso, tratar apenas com FSH-re não resulta em um aumento na proporção de embrião por ovulação ([Jennings et al., 2009](#); [Rosen et al., 2009](#)).

Os fármacos mais eficazes são o FSH equino (eFSH) e o FSH equina recombinante (FSH-re), produzindo resultados bastante encorajadores, embora seja necessário considerar a variabilidade entre éguas segundo [Squires et al. \(2006\)](#), que também ressalta a importância de identificar éguas doadoras que respondem favoravelmente ao FSH-re com base no desenvolvimento, ovulação e recuperação do embrião ser uma grande vantagem.

Em estudo com Ultrassonografia Doppler das artérias uterinas e ovarianas durante um programa de superovulação em equinos ([Witt et al., 2012](#)), notou-se que havia estreitas correlações entre o sangue ovariano, fluxo uterino, folículos ovarianos e corpos lúteos não só em éguas não tratadas com ciclos estrais normais, mas também em éguas em tratamento com gonadotrofinas para induzir a superovulação ([Bollwein et al., 2004](#)). Foi também observado um aumento significativo no número de ovulações após o tratamento com o FSH-re ([Witt et al., 2012](#)), o qual é comparável com as observações em estudos anteriores ([Squires et al., 2006](#); [Welch et al., 2006](#)), onde verificou-se que o número de embriões coletados foi maior do que os resultados supracitados, em que as mesmas doses de FSH-re foram usadas ([Squires et al., 2006](#); [Welch et al., 2006](#); [McCue et al., 2006](#)). A taxa de recuperação embrionária (embriões/ovulação) foi menor em FSH-re do que em ciclos controle ([Witt et al., 2012](#)). A menor recuperação embrionária por ovulação pode ser devido a falha de fertilização, alta perda embrionária no oviduto ou talvez a deficiência de captação do óvulo em oviduto em decorrência do enorme tamanho do ovário ([Witt et al., 2012](#)). Na fase inicial do crescimento folicular, houve diferenças significativas nos parâmetros de fluxo sanguíneo ovariano entre os ciclos de controle e tratados com FSH-re, mas não nos parâmetros de fluxo sanguíneo uterino. Assumiu-se que as injeções de FSH-re exógeno não influenciam o fluxo sanguíneo uterino diretamente, apesar disso as alterações no ovário em relação ao número e tamanho dos folículos levou a um aumento no fluxo sanguíneo ovariano. Os mesmos autores constataram que no período pré-ovulatório após o desvio folicular e seleção, o fluxo sanguíneo uterino e ovariano diferiu significativamente entre estimulado e controle ciclos ([Witt et al., 2012](#)). [Witt et al. \(2012\)](#) perceberam que o volume do fluxo sanguíneo uterino foi significativamente maior e o índice de pulsatilidade uterina significativamente menor em ciclos de FSH-re do que em ciclos não estimulados, o que indica um maior fluxo sanguíneo uterino em éguas em tratamento de superovulação. Isso pode ser causado pelo aumento do número de folículos, seguido do aumento dos níveis séricos periféricos de estradiol.

Como sugerido anteriormente, em estudos de fluxo sanguíneo em vacas superovuladas, também hipotetizou que o aumento do fluxo sanguíneo uterino após o tratamento de superovulação em éguas, está relacionado principalmente ao efeito vasodilatador causada pelo estradiol circulante, pois constatou uma alta correlação entre o volume de fluxo sanguíneo uterino total e estradiol ([Honnens et al., 2008](#)). O estradiol tem um efeito vasodilatador na artéria uterina e provoca variações no fluxo sanguíneo uterino em éguas ciclando, correlacionado com mudanças nas concentrações de estrogênio circulante ([Greiss Junior & Anderson, 1970](#)).

O aumento do fluxo sanguíneo no útero foi observado concomitantemente com a elevação dos níveis de estrogênio durante o estro em éguas ([Bollwein et al., 2004](#)). O aumento do fluxo do sangue uterino, após estimulação hormonal do folículo em crescimento, foi demonstrado em pacientes de FIV em medicina humana ([Bassil et al., 1995](#); [Cacciatore et al., 1996](#); [Strigini et al., 1995](#); [Weiner et al., 1993](#)). Os efeitos do aumento da perfusão (valores do índice de impulsividade diminuídos) foram atribuídos ao desenvolvimento de múltiplos folículos ([Cacciatore et al., 1996](#)) e/ou ao aumento dos níveis de estradiol ([Scott et al., 2001](#); [Strigini et al., 1995](#); [Weiner et al., 1993](#)). O aumento acentuado no volume do fluxo sanguíneo ovariano e a diminuição do índice de impulsividade ovariano em éguas estimuladas ([Witt et al., 2012](#)) também foram relatados em vacas submetidas a tratamento hormonal para induzir a superovulação ([Honnens et al., 2009](#)).

Hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) e seus análogos

O GnRH produzido no hipotálamo, age no controle da produção e liberação das gonadotrofinas, sendo sua inibição pela melatonina um dos essenciais promotores desencadeadores do anestro sazonal. A mudança da estação de monta em éguas é conduzida pelo GnRH em resposta ao aumento do fotoperíodo. Observou-se que a concentração de GnRH no hipotálamo de éguas pôneis foi maior no verão do que no inverno ([Strauss et al., 1979](#)).

A aferição da secreção de GnRH diretamente usando a técnica “push-pull” por via de um cateter implantado na sela túrcica, mostrou uma elevação significativa na concentração de GnRH no fluido extraído entre o anestro profundo e o anestro transicional com grande aumento nas éguas cíclicas ([Sharp & Grubbaugh, 1987](#)). Foi realizado dosagens diretas de GnRH em amostras de sangue venoso da pituitária em éguas em diferentes fases reprodutivas e como resultado notou-se que a secreção de GnRH foi menor durante a fase de anestro ([Irvine & Alexander, 1987](#)).

Nos equinos a utilização do GnRH natural não foi interligada às respostas diferentes na sincronização e indução da ovulação correspondente a sua curta meia-vida e potência estimulando aplicações repetidas ([Samper, 2008](#)). Todavia, análogos do GnRH são narrados na indução de ovulação com efetividade impulsionando a ovulação de folículos pré-ovulatórios, especialmente a deslorelina, pelo fato de estimularem a liberação de LH e hormônio folículo estimulante (FSH) a partir da adeno hipófise ([Campbell, 2012](#)). A princípio, a deslorelina era utilizada e administrada como um pequeno implante subcutâneo e, recentemente, o produto ficou acessível na forma injetável ([McCue et al., 2007](#)) podendo ser usado em folículos menores (<35mm). Em trabalho experimental, foi observado a eficiência do hormônio quando os diâmetros foliculares, no ato da aplicação do implante oscilaram entre 30-35 mm. ([Cuervo-Arango & Newcombe, 2008](#)).

Ao se utilizar agente farmacológico no período certo, a indução da ovulação com uso de deslorelina dá-se em um intervalo de tempo extremamente pequeno, 36-42 horas com implante de 2,1 mg do fármaco ([Samper et al., 2002](#)) e 40-46 horas quando administrado na forma injetável de 1,5 mg, por via IM ([McCue et al., 2007](#)). Mesmo com restritas informações, a eficiência de deslorelina e hCG pode estar associada ao período de utilização. O hCG aparenta atuar mais eficientemente no início do período reprodutivo, comparado à deslorelina; hCG atua diretamente no ovário e deslorelina estimula a hipófise anterior a liberar LH ([Squires, 2008](#)). Ao passo que um trabalho mais recente comprovou não existir diferença entre as taxas de ovulação alcançadas com deslorelina e hCG na época transicional ou no período da ovulação ([Gomes et al., 2014](#)).

Outros indutores de ovulação são utilizados em superovulação de éguas além da deslorelina como, por exemplo, os análogos de GnRH. Tem-se demonstrado que a aplicação de uma única injeção contendo 0,5 mg de buserelina foi eficaz na indução de ovulação em 82,6% das éguas tratadas ([Newcombe & Cuervo-Arango, 2016](#)). Em jumentas, 0,04 mg em dose mínima induziu eficientemente a ovulação nesta espécie, sugerindo uma das grandes possibilidades quanto ao uso deste fármaco para esta finalidade ([Camillo et al., 2014](#)).

Trabalhos têm demonstrado também a utilização de fertilirina, como indutor de superovulação em éguas na dose de 100 µg, constatando-se que 90% das éguas tratadas com este protocolo ovularam após quarenta oito horas do tratamento ([Faria & Gradela, 2010](#)).

[Awan et al. \(2016\)](#) utilizaram acetato de lecorelina, administrado duas doses com intervalo de 12 horas. Outro análogo do GnRH provavelmente útil para indução de ovulação em éguas, é o acetato de triptorelina, porém, mais trabalhos investigativos são fundamentais para obter taxas comparáveis às obtidas com outros produtos ([Sinclair et al., 2015](#)).

Acetato de deslorelina (análogo de GnRH)

O GnRH (acetato de deslorelina) sintético estimula a secreção do hormônio luteinizante (LH) na hipófise, aumentando as taxas circulantes desse hormônio até 12 horas após uma única aplicação intramuscular ([Barrier-Battut et al., 2001](#); [Kino et al., 2014](#)). Contudo, o uso do GnRH natural em éguas, nas quais se pretende sincronizar a ovulação, não se mostra uma ferramenta viável devido à sua curta meia-vida e potência ([Samper, 2008](#)). Análogos de GnRH são usados na indução de éguas que possuem

folículos maiores que 35 mm, enriquecendo o emprego de inseminações com suprema segurança ([Bott et al., 1996](#)). Quando privilegiados distintos análogos de GnRH, não houve diminuição na variabilidade do intervalo de ovulação usado gonadorelina e da mesma forma fertirelina ([Benton et al., 2010](#); [Marchiori et al., 2009](#)).

O análogo acetato de deslorelina, um peptídeo sintético é um dos mais aplicado na reprodução equina, incentivando a liberação de LH e FSH a partir da glândula hipófise anterior ([Campbell, 2012](#)). Age na diminuição do tempo de ovulação, ou seja, na interação com receptores de GnRH, induzindo a liberação de gonadotrofinas pela hipófise. Quando empregado análogos do GnRH de forma contínua, ocorre a diminuição da regulação de GnRHr com redução da sensibilidade da hipófise ao GnRH endógeno e por conseguinte a diminuição da pulsatilidade do LH ([Schneider et al., 2006](#)). O acetato de deslorelina parece ser, aproximadamente, 100 vezes mais potente que o GnRH (Padula, 2005), aumentando com mais intensidade a ovulação de folículos pré- ovulatórios menores ([Cuervo-Arango & Newcombe, 2008](#)). Ao se administrar o agonista no momento oportuno, a indução da ovulação se dá em intervalo extremamente curto, de 40-46 horas quando operado na forma injetável, lenta (I.M.) e na concentração de 1,5 mg ([McCue et al., 2007](#)). Foi sincronizado éguas com acetato de deslorelina e observou que apenas 6,9% não responderam ao tratamento em até 48 horas, revelando que esse promotor de indução funciona de forma eficaz na promoção da ovulação de éguas em período fértil ([Melo et al., 2012](#)). Foi utilizada 1,0 miligrama (mg) de deslorelina em veículo injetável de liberação lenta (I.M.) e constatarem ovulações em 79,3% das éguas entre 24 e 48 horas após sua aplicação, quando estas apresentavam um folículo ≥ 35 mm ([Melo et al., 2012](#)).

O hCG, comparado à deslorelina, assemelha-se a agir mais eficientemente no início da estação reprodutiva. Essa diferença pode estar interligada ao fato de que a hCG atua diretamente no ovário, enquanto a deslorelina impulsiona a hipófise anterior e com isso induz uma maior liberação de LH ([Squires, 2008](#)). Todavia os dados são poucos e divergentes quanto às respostas, não mostrando disparidades entre as taxas de ovulação obtidas com deslorelina e hCG no período transicional ou na estação ovulatória ([Gomes et al., 2014](#)).

Um trabalho de investigação relativamente recente relatou a indução de dupla ovulação usando o Acetato de Deslorelina, um análogo sintético do GnRH, apresentando 82% de duplas ovulações por ciclo nas éguas tratadas (46/56) ([Nagao et al., 2012](#)). No experimento, o tratamento consistiu de aplicações de 100 µg de acetato de deslorelina a cada 12 horas, iniciando as aplicações quando os dois maiores folículos da onda folicular estivessem entre 20 e 25 mm de diâmetro, com interrupção do tratamento quando observado um diâmetro ≥ 33 mm nos dois folículos. A partir disso, a ovulação seria induzida com hCG. Neste trabalho, a taxa de recuperação de embriões por ovulação não demonstrou diferença significativa entre éguas tratadas e controle (57% vs. 61%), comprovando que duas ovulações, uni ou bilateral, não afetaram esta variável ([Nagao et al., 2012](#)).

Imunização anti-inibina

O líquido folicular é considerado transudado do plasma sanguíneo e os componentes do fluido folicular de origem sanguínea, como lipídeos, proteínas e eletrólitos, têm concentração intra-folicular relacionada à plasmática. Algumas outras substâncias produzidas pelas células foliculares apresentam concentração no líquido folicular, nem sempre diretamente relacionadas à plasmática ([Hafez & Hafez, 2004](#)). No líquido folicular há vários outros constituintes proteicos, além da albumina de distintos pesos moleculares e de origem própria ou plasmática ([Ireland, 1987](#); [Turzillo & Fortune, 1993](#)). Foi evidenciado compostos como inibina em frações de distintos pesos moleculares, ativina, folistatina e fatores de crescimento (interleucinas, NGF, FGF, TGF α , TGF β , e IGF-1). A junção dessas substâncias no líquido folicular é instável de acordo com o estágio de desenvolvimento do folículo ([Krummen et al., 1993](#)). A inibina, hormônio produzido pelos testículos e admitido desde 1923, só foi reconhecida em fêmeas em 1976. Esta é um hormônio glicoproteico gerado nos testículos pelas células de sertoli e células da granulosa dos folículos ovarianos. Inúmeras proporções de inibina de díspares pesos moleculares estão descritas na literatura. A dinâmica mais célebre da inibina na reprodução é a de harmonizar os níveis circulantes de FSH, executando obstrução meticulosa na síntese da cadeia de glicoproteína na hipófise ([Morris et al., 1993](#)). A habilidade de produção de inibina é diretamente proporcional ao tamanho do folículo e à sua elaboração ([Findlay, 1993](#)). Diversos autores descreveram

uma relação inversa entre níveis circulantes de inibina e de FSH, sendo a inibina simultaneamente com os esteroides ovarianos estrógeno e progesterona, os fundamentais constituintes que controlam a secreção de FSH pela hipófise ([Taya et al., 1996](#)).

Para se obter maiores índices de ovulações do que o pré-determinado fisiologicamente na espécie bovina, é fundamental impulsionar o progresso de folículos que entram em atresia em uma onda de crescimento. Para que isso aconteça, duas alternativas são possíveis: uma a mais usual, consiste aos protocolos atuais com aplicação exógena de produtos comerciais, comumente compostos de FSH de origem suína, e a outra é impossibilitar a redução nos níveis endógenos de FSH durante uma onda de desenvolvimento folicular, agindo num dos principais elementos que culminam essa redução, a inibina. Assim, o controle das atividades da inibina poderão também ser empreendidos para indução de superovulação ([Carmo, 2003](#); [Farias et al., 2019](#); [Fonseca, 2005](#)).

O impedimento das atividades da inibina "in vivo" tem efetividade a partir da imunoneutralização via imunização do animal contra essa molécula. Alguns trabalhos de pesquisa observaram que após imunização de fêmeas bovinas contra inibina suína, ovina ou fragmentos dessa molécula, ocorreram efeitos de ordem endocrinológica, como aumento nos níveis circulantes de FSH ([Taya et al., 1996](#)), mudanças na performance folicular com mais de um folículo dominante por onda e aumento na taxa de ovulação ([Hillard et al., 1996](#)). Em um trabalho de pesquisa experimental, foi utilizado 2 mg de inibina suína parcialmente purificada para imunização de novilhas e foi observado uma elevação na taxa de anticorpos e maior número de ovulações. É interessante ressaltar que anticorpos formados se ligam na cadeia α da inibina bovina, bloqueando sua atividade nos animais imunizados ([Yang et al., 1996](#)).

Convém informar que a manipulação de líquido folicular integral como imunógeno para a produção dos anticorpos, há uma série de substâncias inibidoras e estimuladoras da função ovariana ([Ireland, 1987](#)). Em experimento com imunização ativa a partir da inibina de ovinos, ou uma sequência de aminoácidos da inibina bovina, comumente da extremidade amino-terminal da cadeia exibem respostas mais consistentes ([Hillard et al., 1996](#)). As alterações fisiológicas provocadas pela imunização como maior desenvolvimento folicular, maior taxa de ovulação e título de anticorpos contra inibina, praticamente desaparecem 15 a 20 semanas após a última imunização. Essa informação é muito importante pelo fato de talvez não se querer maior taxa de ovulação por período indeterminado ([Glencross et al., 1992](#)).

A secreção de inibina pelo folículo dominante do ovário extingue a secreção de FSH ([Ginther, 2000](#)). A imunoneutralização ativa ou passiva contra a inibina consiste na utilização de fragmentos sintéticos ou recombinantes da subunidade α , que impele a obstrução do mecanismo de *feedback* negativo da liberação de FSH, consentindo assim, o aumento dos níveis de FSH endógeno durante a fase folicular, mantendo as concentrações de FSH em altos níveis prevenindo a atresia folicular e, conseqüentemente, estimula a aquisição de múltiplas ovulações (McCue, 1996). Trabalhos de investigações utilizando anti-inibina, mostraram taxas de múltiplas ovulações ([McCue, 1996](#); [McKinnon et al., 1992](#)). Contudo, sua utilização tem sido restringida em decorrência a relatos de choque anafilático e abscesso no local de administração, por causa do extenso período de administração da droga, o qual é efetuado em torno de duas ou mais semanas ([Squires, 2009](#)).

Considerações finais

O presente trabalho apontou que os protocolos de superovulação são eficientes em aumentar o número de ovulações por ciclo e também revelou que a indução da ovulação é de suma importância principalmente dentro de um protocolo de superovulação em éguas, pois visa induzir os folículos pré-ovulatórios a ovular no mesmo momento ou em intervalos menores. Além disso, a superovulação é uma ferramenta que pode ser utilizada para melhorar as taxas de recuperação embrionárias na transferência de embriões, resultando em maiores índices reprodutivos e conseqüentemente maiores ganhos econômicos e enormes possibilidades de aprimoramentos genéticos pelo encurtamento de gerações.

Inovações tecnológicas voltadas para a reprodução têm sido desenvolvidas e muitos são os episódios em que a indução de ovulação é empregada com benefícios. Todavia, a compreensão da teoria e prática da anatomia e fisiologia da égua, dos exames dispostos para a antecipação da ovulação, da ciência dos

agentes indutores disponibilizados no mercado englobando resultados e efeitos divergentes, avaliação individual do animal e do manejo são primordiais para o êxito do tratamento.

Referências bibliográficas

- Alvarenga, M A, Squires, E. L., Machado, M. S., Arantes, M., Peres, K. R., Leão, K. M., Oliveira, J. V., & Roser, J. F. (2003). Avaliação da resposta superovulatória em éguas tratadas com FSH equino purificado. *Acta Scientiae Veterinariae*, 31, 216–217.
- Alvarenga, Marco A, Carmo, M. T., & Landim-Alvarenga, F. C. (2008). Superovulation in mares: limitations and perspectives. *Pferdeheilkunde*, 24(1), 88. <https://doi.org/10.21836/PEM20080118>.
- Alvarenga, Marco Antonio, McCue, P. M., Bruemmer, J., Neves Neto, J. R., & Squires, E. L. (2001). Ovarian superstimulatory response and embryo production in mares treated with equine pituitary extract twice daily. *Theriogenology*, 56(5), 879–887.
- Aurich, C. (2011). Reproductive cycles of horses. *Animal Reproduction Science*, 124(3–4), 220–228. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.02.005>.
- Awan, F. S., Mehmood, M. U., Sattar, A., & Ahmad, N. (2016). Comparative efficacy of hCG or GnRH analogue (lecirelin acetate) on follicular dynamics, degree of endometrial edema, sexual behavior, ovulation and pregnancy rate in crossbred broodmares. *Journal of Equine Veterinary Science*, 100(41), 71–72. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2016.04.062>.
- Barrier-Battut, I., Le Poutre, N., Trocherie, E., Hecht, S., des Raux, A. G., Nicaise, J. L., Vérin, X., Bertrand, J., Fiéni, F., & Hoier, R. (2001). Use of buserelin to induce ovulation in the cyclic mare. *Theriogenology*, 55(8), 1679–1695. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(01\)00512-X](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(01)00512-X).
- Barros, B. S., & Oliveira, R. A. (2017). O cio do potro: o que é e quando utilizar? *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 41(3), 665–670.
- Bassil, S., Magritte, J.-P., Roth, J., Nisolle, M., Donnez, J., & Gordts, S. (1995). Uterine vascularity during stimulation and its correlation with implantation in in-vitro fertilization. *Human Reproduction*, 10(6), 1497–1501.
- Benton, J., Miller-Auwerda, P. A., Youngs, C. R., & Evans, L. E. (2010). Induction of ovulation and LH response in cyclic mares treated with gonadorelin diacetate tetrahydrate. *Iowa State University Animal Industry Report*, 7(1), 56.
- Bettencourt, E. M. V., Antunes, L., Gonçalves, A. R., Branco, S., & Rocha, A. (2018). *Reprodução em equinos: Manual prático*. Universidade de Évora.
- Bing, Y. X., Nagai, T., & Rodriguez-Martinez, H. (2001). Effects of cysteamine, FSH and estradiol-17β on in vitro maturation of porcine oocytes. *Theriogenology*, 55(4), 867–876.
- Blanco, I. D. P., Devito, L. G., Ferreira, H. N., Araujo, G. H. M., Fernandes, C. B., Alvarenga, M. A., & Landim-Alvarenga, F. da C. (2009). Aspiration of equine oocytes from immature follicles after treatment with equine pituitary extract (EPE) alone or in combination with hCG. *Animal Reproduction Science*, 114(1–3), 203–209.
- Bollwein, H., Kolberg, B., & Stolla, R. (2004). The effect of exogenous estradiol benzoate and altrenogest on uterine and ovarian blood flow during the estrous cycle in mares. *Theriogenology*, 61(6), 1137–1146. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2003.07.006>.
- Bonin, B. F., Júnior Dell’Água, J. A., Fioratti, E. G., & Alvarenga, M. A. (2010). Efeito do tratamento com extrato de pituitária equina na resposta ovariana e eficiência reprodutiva de éguas idosas em programa de transferência de embriões. *Veterinária e Zootecnia*, 17, 94–103.
- Bott, R. M., Gimenez, T., Shambley, M. O., & Bailey, M. T. (1996). Induction of ovulation in the mare with the synthetic GnRH analogue Leuprolide. *Equine Practice (USA)*, 18(7), 30–33.
- Cacciatore, B., Simberg, N., Fusaro, P., & Tiitinen, A. (1996). Transvaginal Doppler study of uterine artery blood flow in in vitro fertilization-embryo transfer cycles. *Fertility and Sterility*, 66(1), 130–134. [https://doi.org/10.1016/S0015-0282\(16\)58400-3](https://doi.org/10.1016/S0015-0282(16)58400-3).
- Camillo, F., Vannozzi, I., Tesi, M., Sabatini, C., Rota, A., Paciolla, E., Dang-Nguyen, I., & Panzani, D. (2014). Induction of ovulation with buserelin in jennies: In search of the minimum effective dose. *Animal Reproduction Science*, 151(1–2), 56–60. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.09.011>.

- Campbell, M. (2012). It's all in the timing: ovulation induction in the mare. *Veterinary Record*, 170, 538–539.
- Carmo, M. T., Losinno, L., Aquilar, J. J., Araujo, G. H. M., & Alvarenga, M. A. (2006). Oocyte transport to the oviduct of superovulated mares. *Animal Reproduction Science*, 337–339.
- Carmo, M. T. (2003). *Comparação entre doses constantes e decrescentes de extrato de pituitária equina na indução de superovulação em éguas*. Universidade Estadual Paulista.
- Chaves, C. M. M. B., Pessoa, M. J., Caniza, A. P., & Alvarenga, M. A. (2008). Falhas em obter múltiplas ovulações em éguas tratadas com FSH suíno purificado e não purificado. *Acta Science Veterinária*, 36(Supl. 2), 634.
- Combarnous, Y. (1992). Molecular basis of the specificity of binding of glycoprotein hormones to their receptors. *Endocrine Reviews*, 13(4), 670–691. <https://doi.org/10.1210/edrv-13-4-670>.
- Crowell-Davis, S. L. (1993). Social behaviour of the horse and its consequences for domestic management. *Equine Veterinary Education*, 5(3), 148–150. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.1993.tb01025.x>.
- Cuervo-Arango, J., & Newcombe, J. R. (2008). Repeatability of preovulatory follicular diameter and uterine edema pattern in two consecutive cycles in the mare and how they are influenced by ovulation inductors. *Theriogenology*, 69(6), 681–687. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.11.019>.
- Cullingford, E. L., Squires, E. L., McCue, P. M., & Seidel Junior, G. E. (2010). Attempts at superovulation of mares with porcine follicle stimulating hormone and recombinant equine follicle stimulating hormone. *Journal of Equine Veterinary Science*, 30(6), 305–309.
- Faria, D. R., & Gradela, A. (2010). Hormonioterapia aplicada à ginecologia equina. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 34(2), 114–122.
- Farias, D. K., Bunn, S., Friso, A. de M., Thaler, A., Mezzalana, A., Pinto, M. G. L., Oliveira, R. A., & Mozzaquatro, F. D. (2019). Superovulação em éguas da raça Crioula e Quarto de Milha com extrato de pituitária equina (EPE). *Ciência Animal Brasileira*, 20(e-37582), 1–8. <https://doi.org/10.1590/1089-6891v20e-37582>.
- Farinasso, A., Branquinho, J. A., Rumpf, R., & Alvarenga, M. A. (2005). Utilização de baixas doses de extrato de pituitária equina (EPE) para indução de ovulações múltiplas em éguas. *Acta Science Veterinariae*, 33, 135–138.
- Fathy, A. A., & Abdallah, E. A. (2022). Can somatotropin enhance the superovulatory response in Egyptian buffalo. *Menoufia Journal of Animal Poultry and Fish Production*, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.21608/mjapfp.2022.216812>.
- Feitosa, F. L. F. (2014). *Semiologia veterinária: A arte do diagnóstico*. Grupo Gen-Editora Roca Ltda.
- Findlay, J. K. (1993). An update on the roles of inhibin, activin, and follistatin as local regulators of folliculogenesis. *Biology of Reproduction*, 48(1), 15–23.
- Fonseca, J. F. (2005). Estratégias para o controle do ciclo estral e superovulação em ovinos e caprinos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 16, 1–9.
- Fortune, J. E., & Kimmich, T. L. (1993). Purified pig FSH increases the rate of double ovulation in mares. *Equine Veterinary Journal*, 25(S15), 95–98.
- Ginther, O. J. (2000). Selection of the dominant follicle in cattle and horses. *Animal Reproduction Science*, 60, 61–79. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00083-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00083-X).
- Ginther, O. J. (2017). Follicle selection in mares: 90 years from observation to theory. *Journal of Equine Veterinary Science*, 54, 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.01.017>.
- Ginther, O. J., Gastal, E. L., Gastal, M. O., & Beg, M. A. (2005). Regulation of circulating gonadotropins by the negative effects of ovarian hormones in mares. *Biology of Reproduction*, 73(2), 315–323. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.105.040253>.
- Glencross, R. G., Bleach, E. C. L., McLeod, B. J., Beard, A. J., & Knight, P. G. (1992). Effect of active immunization of heifers against inhibin on plasma FSH concentrations, ovarian follicular development and ovulation rate. *Journal of Endocrinology*, 134(1), 11–18.

- Gomes, R. G., Oliveira, R. L., Schutzer, C. G. C., Barreiros, T. R. R., & Seneda, M. M. (2014). Effect of deslorelin and/or human chorionic gonadotropin on inducing ovulation in mares during the transition period versus ovulatory season. *Journal of Equine Veterinary Science*, 34(9), 1140–1142. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2014.06.015>.
- Gonçalves, P. B. D., Figueiredo, J. R., & Figueiredo Freitas, V. J. (2008). *Biotécnicas aplicadas à reprodução animal*. Editora Roca.
- Greiss Junior, F. C., & Anderson, S. G. (1970). Effect of ovarian hormones on the uterine vascular bed. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 107(6), 829–836. [https://doi.org/10.1016/S0002-9378\(16\)34033-9](https://doi.org/10.1016/S0002-9378(16)34033-9).
- Guillaume, D., Salazar-Ortiz, J., & Martin-Rosset, W. (2006). Effects of nutrition level in mares' ovarian activity and in equines' puberty. *International Congress on Animal Reproduction*, 120, 1–8.
- Hafez, B., & Hafez, E. S. E. (2004). *Reprodução Animal* (Vol. 1, p. 513). Manole: São Paulo, Brasil.
- Hillard, M. A., Wilkins, J. F., & Tsonis, C. G. (1996). Folliculogenesis in cows treated with anti-inhibin vaccine for superovulation and given supplementary treatments of progesterone with oestradiol or GnRH. *13 International Congress on Animal Reproduction*, 2, 3–4.
- Hofferer, S., Duchamp, G., & Palmer, E. (1991). Ovarian response in mares to prolonged treatment with exogenous equine pituitary gonadotrophins. *Journal of Reproduction and Fertility*, 44, 341–349.
- Honnens, A., Niemann, H., Herzog, K., Paul, V., Meyer, H. H. D., & Bollwein, H. (2009). Relationships between ovarian blood flow and ovarian response to eCG-treatment of dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 113(1–4), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.05.077>.
- Honnens, A., Niemann, H., Paul, V., Meyer, H. H. D., & Bollwein, H. (2008). Doppler sonography of the uterine arteries during a superovulatory regime in cattle: Uterine blood flow in superovulated cattle. *Theriogenology*, 70(5), 859–867. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.05.054>.
- Hurtgen, J. P. (2008). Management of embryo donor mares with chronic infertility. *Practitioners Proceedings of the 54th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners December*, 6–10.
- IBGE (2022). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.revistahorse.com.br/imprensa/rebanho-de-equinos-cresce-19/20210930-171220-e703>. Acesso em: 23 jan. 2022.
- Ignácio, F. S., Bergfelt, D. R., Mendes, D., Orlandi, C., Araújo, G. H. M., Oliveira, J. V., Montechiesi, D. F., Carvalho, L. R., & Meira, C. (2013). Ovarian response to porcine FSH in association with ablation-induced or spontaneous follicular wave development during the estrous cycle in crossbred and Brazilian Warmblood mares. *Animal Reproduction Science*, 137(1–2), 82–87. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.12.003>.
- Ignácio, F. S., Bergfelt, D. R., Orlandi, C., Montechiesi, D. F., Wechsler, F. S., & Meira, C. (2007). Ovarian response to pFSH and embryo recovery following follicular wave emergence induced by follicle ablation in mares. *Acta Science Veterarie*, 35(Suppl 3), 1245.
- Ireland, J. J. (1987). Control of follicular growth and development. *Journal of Reproduction and Fertility*, 34(suppl), 39–54.
- Irvine, C. H. G., & Alexander, S. L. (1987). A novel technique for measuring hypothalamic and pituitary hormone secretion rates from collection of pituitary venous effluent in the normal horse. *Journal of Endocrinology*, 113(2), 183–192. <https://doi.org/10.1677/joe.0.1130183>.
- Jennings, M. W., Boime, I., Daphna-Iken, D., Jablonka-Shariff, A., Conley, A. J., Colgin, M., Bidstrup, L. A., Meyers-Brown, G. A., Famula, T. R., & Roser, J. F. (2009). The efficacy of recombinant equine follicle stimulating hormone (reFSH) to promote follicular growth in mares using a follicular suppression model. *Animal Reproduction Science*, 116(3–4), 291–307. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2009.01.013>.
- Kino, S., Osawa, T., Mizuno, S., Watanabe, G., Taya, K., & Izaike, Y. (2014). Effect of postbreeding intramuscular administration of deslorelin acetate on plasma LH and progesterone concentrations and conception rate in mares. *Journal of Equine Science*, 25(1), 23–27. <https://doi.org/10.1294/jes.25.23>.

- Köning, H. E., & Liebich, H. G. (2011). *Anatomia dos animais domésticos texto e atlas colorido*. Editora Artmed.
- Krekeler, N., Hollinshead, F. K., Fortier, L. A., & Volkmann, D. H. (2006). Improved ovulation and embryo recovery rates in mares treated with porcine FSH. *Theriogenology*, 66, 663–664.
- Krummen, L. A., Woodruff, T. K., DeGuzman, G., Cox, E. T., Baly, D. L., Mann, E., Garg, S., Wong, W. L., Cossum, P., & Mather, J. P. (1993). 10.1210/endo.132.1.7678220. *Endocrinology*, 132(1), 431–443. <https://doi.org/10.1210/endo.132.1.7678220>.
- Ley, W. B. (2006). *Reprodução em éguas para veterinários de equinos*. Editora Roca.
- Lima, R. A. S. ., & Cintra, A. G. (2016). *Revisão do estudo do complexo do agronegócio do cavalo* (MAPA (ed.)). MAPA.
- Lima, R. A. S., Shirota, R., & Barros, G. S. C. (2006). *Estudo do complexo do agronegócio cavalo*. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil.
- Lindbloom, S. M., Farmerie, T. A., Clay, C. M., Seidel Jr, G. E., & Carnevale, E. M. (2008). Potential involvement of EGF-like growth factors and phosphodiesterases in initiation of equine oocyte maturation. *Animal Reproduction Science*, 103(1–2), 187–192.
- Logan, N. L., McCue, P. M., Alonso, M. A., & Squires, E. L. (2007). Evaluation of three equine FSH superovulation protocols in mares. *Animal Reproduction Science*, 102(1–2), 48–55. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2006.09.027>.
- Machado, M. S., Carmo, M. T., Squires, E. L., Roser, J. F., & Alvarenga, M. A. (2005). Follicular dynamic, superovulatory response and embryo recovery rates in mares treated with constant and decreasing doses of equine pituitary extract (EPE) and purified equine FSH. *Equine Embryo Transfer*, 1, 75–76.
- MAPA (2016). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Revisão do Estudo do Complexo do Agronegócio Cavalo. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais/documentos/camaras-setoriais/equideocultura/anosanteriores/revisao-do-estudo-do-complexo-do-agronegocio-do-cavalo/view>>. Acesso em: 20 set. 2017.
- Marchiori, M. O., Brum, C. S., Santos, R. S., Torres, A. J., Amaral, L. A., Boff, A. L. N., & Nogueira, C. E. W. (2009). Efficiency of Fertigen®(fertiorelin acetate) in the induction of ovulation in mares. *A Hora Veterinária*, 29(169), 13–15.
- Mari, G., Barbara, M., Eleonora, I., & Stefano, B. (2005). Fertility in the mare after repeated transvaginal ultrasound-guided aspirations. *Animal Reproduction Science*, 88(3), 299–308.
- Mariz, T. M. A., Anjos, A. G., Flor, J. M., Flor, L. M. A. M., Lima, C. B., Givisiez, P. E. N., & Azevedo, P. S. (2008). Influências do clima sobre a atividade reprodutiva de éguas da raça mangalarga marchador no estado de Sergipe. *Acta Veterinaria Brasilica*, 2(2), 39–43.
- McCue, P. (1996). Superovulation. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 12(1), 1–11.
- McCue, P. M., Magee, C., & Gee, E. K. (2007). Comparison of compounded deslorelin and hCG for induction of ovulation in mares. *Journal of Equine Veterinary Science*, 27(2), 58–61.
- McKinnon, A. O., Brown, R. W., Pashen, R. L., Greenwood, P. E., & Vasey, J. R. (1992). Increased ovulation rates in mares after immunisation against recombinant bovine inhibin α -subunit. *Equine Veterinary Journal*, 24(2), 144–146.
- McKinnon, A. O., Squires, E. L., Vaala, W. E., & Varner, D. D. (2011). *Equine reproduction*. John Wiley & Sons.
- Mello, B. L. C., Guimarães Júnior, J. C. G., Ribeiro, V. F., Braga, F. C., Sales, R. L., Silva, E. F., Triches, J. C., Paula, W. S., & Soares, A. C. P. (2022). A importância da equoterapia para o transtorno do espectro Autista: benefícios detectados a partir da literatura científica nacional. *Research, Society and Development*, 11(4), e23911427263–e23911427263. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27263>.
- Melo, C. M., Papa, F. O., Puoli Filho, J. N. P., Araujo, G. H. M., Dell'Aqua Junior, J. A., & Alvarenga, M. A. (2012). Eficiência do acetato de deslorelina e do extrato de pituitária equina na indução da ovulação em éguas. *Veterinária e Zootecnia*, 19(3), 392–398.

- Menezes, F. P., Fernandes, L. L., & Rocha, E. J. P. (2015). O uso da estatística para regionalização da precipitação no Estado do Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, 16.
- Meyers-Brown, G. A., McCue, P. M., Niswender, K. D., Squires, E. L., DeLuca, C. A., Bidstrup, L. A., Colgin, M., Famula, T. R., & Roser, J. F. (2010). Superovulation in mares using recombinant equine follicle stimulating hormone: ovulation rates, embryo retrieval, and hormone profiles. *Journal of Equine Veterinary Science*, 30(10), 560–568.
- Morris, D. G., McDermott, M. G., Diskin, M. G., Morrison, C. A., Swift, P. J., & Sreenan, J. M. (1993). Effect of immunization against synthetic peptide sequences of bovine inhibin α -subunit on ovulation rate and twin-calving rate in heifers. *Reproduction*, 97(1), 255–261.
- Moyle, W. R., Campbell, R. K., Myers, R. V., Bernard, M. P., Han, Y., & Wang, X. (1994). Co-evolution of ligand-receptor pairs. *Nature*, 368(6468), 251–255.
- Nagao, J. F., Neves Neto, J. R., Papa, F. O., Alvarenga, M. A., Dell'Aqua, C. P. F., & Dell'Aqua Júnior, J. A. (2012). Induction of double ovulation in mares using deslorelin acetate. *Animal Reproduction Science*, 136(1–2), 69–73. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.10.015>.
- National Institute of Food and Agriculture - USDA. 2020. Entendendo a Fisiologia Reprodutiva e Anatomia da Égua. Disponível em: <https://horses.extension.org/understanding-reproductive-physiology-and-anatomy-of-the-mare/>. Acesso em: 07 abr. 2022.
- Newcombe, J. R., & Cuervo-Arango, J. (2016). Comparison of the efficacy of different single doses of buserelin with hCG for timed ovulation induction in the mare. *Journal of Equine Veterinary Science*, 100(41), 57. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2016.04.030>.
- Niswender, K. D., Alvarenga, M. A., McCue, P. M., Hardy, Q. P., & Squires, E. L. (2003). Superovulation in cycling mares using equine follicle stimulating hormone (eFSH). *Journal of Equine Veterinary Science*, 23, 497–500.
- Niswender, K. D., Jennings, M., Boime, I., Colgin, M., & Roser, J. F. (2007). In vivo activity of recombinant equine follicle stimulating hormone in cycling mares. *7th International Symposium on Equine Embryo Transfer*, 1, 561–562.
- Oliveira, L. A., & Souza, J. A. T. (2003). Eficiência do hCG e LH na indução da ovulação e taxa de gestação em éguas da raça Quarto de Milha submetidas à cobertura única em tempo fixo. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 27(1), 504–506.
- Padula, A. M. (2005). GnRH analogues—agonists and antagonists. *Animal Reproduction Science*, 88(1–2), 115–126.
- Peres, K. R., Femandes, C. B., Alvarenga, M. A., & Alvarenga, F. C. L. (2007). Análise da viabilidade e da ultra-estrutura de embriões obtidos de éguas superovuladas. *Veterinária e Zootecnia*, 14(1), 52–61.
- Pierce, J. G., & Parsons, T. F. (1981). Glycoprotein hormones: structure and function. *Annual Review of Biochemistry*, 50(1), 465–495.
- Reece, W. O. (2008). *Anatomia funcional e fisiologia dos animais domésticos*. Editora Roca.
- Rocha Filho, A. N. (2005). *Efeito do tratamento com baixa dose de extrato de pituitária ou FSH purificado equino no crescimento folicular, taxa de ovulação de recuperação embrionária em éguas*. Universidade Estadual Paulista.
- Rocha, R. M. P., Matos, M. H. T., Lima, L. F., Saraiva, M. V. A., Alves, A. M. C. V., Rodrigues, A. P. R., & Figueiredo, J. R. (2011). Melatonina e reprodução animal: implicações na fisiologia ovariana. *Acta Veterinaria Brasilica*, 5(2), 147–157.
- Rosen, M. P., Zamah, A. M., Shen, S., Dobson, A. T., McCulloch, C. E., Rinaudo, P. F., Lamb, J. D., & Cedars, M. I. (2009). The effect of follicular fluid hormones on oocyte recovery after ovarian stimulation: FSH level predicts oocyte recovery. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 7(1), 1–8.
- Sá, M. A. F. (2017). *Fisiologia e biotecnologia da reprodução em éguas*.
- Samper, J. C. (2008). Induction of estrus and ovulation: why some mares respond and others do not. *Theriogenology*, 70(3), 445–447. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.04.040>.

- Samper, Juan C., & Hankins, K. (2001). Breeding mares with frozen semen in private practice. *Proc. Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, AAEP, San Diego*, 314–318.
- Samper, Juan C., Jensen, S., Sergeant, J., & Estrada, A. (2002). Timing of induction of ovulation in mares treated with ovuplant or chorulon. *Journal of Equine Veterinary Science*, 22(7), 320–323. [https://doi.org/10.1016/S0737-0806\(02\)70080-4](https://doi.org/10.1016/S0737-0806(02)70080-4).
- Schneider, F., Tomek, W., & Gründker, C. (2006). Gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and its natural analogues: a review. *Theriogenology*, 66(4), 691–709. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2006.03.025>.
- Scoggin, C. F., Meira, C. de, McCue, P. M., Carnevale, E. M., Nett, T. M., & Squires, E. L. (2002). Strategies to improve the ovarian response to equine pituitary extract in cyclic mares. *Theriogenology*, 58(1), 151–164. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)00902-0](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)00902-0).
- Scott, T. J., Carnevale, E. M., Maclellan, L. J., Scoggin, C. F., & Squires, E. L. (2001). Embryo development rates after transfer of oocytes matured in vivo, in vitro, or within oviducts of mares. *Theriogenology*, 55(3), 705–715.
- SEAPA (2019). Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Dados do Rebanho equino Minas Gerais e Brasil. Belo Horizonte. 33p.
- Sharp, D. C., & Grubbaugh, W. R. (1987). Use of push-pull perfusion techniques in studies of gonadotrophin-releasing hormone secretion in mares. *Journal of Reproduction and Fertility. Supplement*, 35, 289–296.
- Silva, A., Silva, M., & Esteves, S. N. (1998). *Criacao de equinos. Manejo reprodutivo e da alimentacao*. Brasilia: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CENARGEN, 1998.
- Silva, C. C., Groome, N. P., & Knight, P. G. (1999). Demonstration of a suppressive effect of inhibin α -subunit on the developmental competence of in vitro matured bovine oocytes. *Reproduction*, 115(2), 381–388.
- Silva, M. S. J., Lima, R. S., Silva, M. J. S., Lucena, J. E. C., Carneiro, G. F., Nascimento, W. G., & Jobim, C. C. (2015). Avaliação comportamental de éguas estabuladas em período reprodutivo. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 14(1), 46–54.
- Silva, T. L., Batiston, N., Alves, B. F., Travi, M. R. L., Carneiro, M. F. W., & Danelus, M. O. (2022). Fisiologia reprodutiva em éguas: Breve revisão. *Anais de Medicina Veterinária*, 2(1), 41–44.
- Sinclair, C. D., Kouba, J. M., Murray, L. W., Douthit, T. L., Grieger, D. M., & Webel, S. K. (2015). 127 Use of intravaginal triptorelin gel for ovulation induction in mares. *Journal of Equine Veterinary Science*, 5(35), 437–438. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.03.139>.
- Sisson, S., Grossman, J. D., & Getty, R. (1986). *Anatomia dos animais domésticos*. Interamericana.
- Squires, E. L. (2008). Hormonal manipulation of the mare: a review. *Journal of Equine Veterinary Science*.
- Squires, E. L. (2009). Changes in equine reproduction: have they been good or bad for the horse industry? *Journal of Equine Veterinary Science*, 29(5), 268–273. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2009.04.184>.
- Squires, E. L., Carnevale, E. M., McCue, P. M., & Bruemmer, J. E. (2003). Embryo technologies in the horse. *Theriogenology*, 59(1), 151–170.
- Squires, E. L., Garcia, R. H., Ginther, O. J., Voss, J. L., & Seidel Jr, G. E. (1986). Comparison of equine pituitary extract and follicle stimulating hormone for superovulating mares. *Theriogenology*, 26(5), 661–670. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(86\)90174-3](https://doi.org/10.1016/0093-691X(86)90174-3).
- Squires, E. L., Logan, N., Welch, S., & McCue, P. M. (2006). Factors affecting the response to administration of equine FSH. *Animal Reproduction Science*, 94(1–4), 408–410. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2006.03.049>.
- Squires, E. L., & McCue, P. M. (2007). Superovulation in mares. *Animal Reproduction Science*, 99(1–2), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2006.04.054>.

- Strauss, S. S., Chen, C. L., Kalra, S. P., & Sharp, D. C. (1979). Localization of gonadotrophin-releasing hormone (GnRH) in the hypothalamus of ovariectomized pony mares by season. *Journal of Reproduction and Fertility. Supplement*, 27, 123–129.
- Strigini, F. A. L., Scida, P. A. M., Parri, C., Visconti, A., Susini, S., & Genazzani, A. R. (1995). Modifications in uterine and intraovarian artery impedance in cycles of treatment with exogenous gonadotropins: effects of luteal phase support. *Fertility and Sterility*, 64(1), 76–80.
- Taya, K., Kaneko, H., Takedomi, T., Kishi, H., & Watanabe, G. (1996). Role of inhibin in the regulation of FSH secretion and folliculogenesis in cows. *Animal Reproduction Science*, 42(1–4), 563–570.
- Turzillo, A. M., & Fortune, J. E. (1993). Effects of suppressing plasma FSH on ovarian follicular dominance in cattle. *Reproduction*, 98(1), 113–119.
- Vallejo Aristizábal, V. H., Mogollón García, H. D., da Silva, M., Sant'anna, E., & Júnior Dell'Aqua, J. A. (2017). Transferência de embriões em éguas receptoras anovulatórias. *Revista de Medicina Veterinária*, 33, 137–147.
- Weiner, Z., Thaler, I., Levron, J., Lewit, N., & Itskovitz-Eldor, J. (1993). Assessment of ovarian and uterine blood flow by transvaginal color Doppler in ovarian-stimulated women: correlation with the number of follicles and steroid hormone levels. *Fertility and Sterility*, 59(4), 743–749. [https://doi.org/10.1016/s0015-0282\(16\)55853-1](https://doi.org/10.1016/s0015-0282(16)55853-1).
- Welch, S. A., Denniston, D. J., Hudson, J. J., Bruemmer, J. E., McCue, P. M., & Squires, E. L. (2006). Exogenous eFSH, follicle coasting, and hCG as a novel superovulation regimen in mares. *Journal of Equine Veterinary Science*, 26(6), 262–270.
- Witt, M. C., Bollwein, H., Probst, J., Baackmann, C., Squires, E. L., & Sieme, H. (2012). Doppler sonography of the uterine and ovarian arteries during a superovulatory program in horses. *Theriogenology*, 77(7), 1406–1414. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.11.005>.
- Woods, G. L., & Ginther, O. J. (1983). Induction of multiple ovulations during the ovulatory season in mares. *Theriogenology*, 20(3), 347–355. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(83\)90068-7](https://doi.org/10.1016/0093-691X(83)90068-7).
- Wright, B. (2021). Ministério da Agricultura, Alimentação e Assuntos Rurais de Ontário - OMAFRA. Anatomia, Fisiologia e Reprodução na Égua. Disponível em: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/horses/facts/10-099.htm>. Acesso em: 09 mar. 2022.
- Yang, L. G., Ye, Y., & Niu, S. L. (1996). Effects of immunization against inhibin partially purified from porcine seminal plasma on follicular development and ovulation in beef cows. *Australia: In: International Congress on Animal Reproduction*, 1–3.
- York, C. A., & Schulte, B. A. (2014). The relationship of dominance, reproductive state and stress in female horses (*Equus caballus*). *Behavioural Processes*, 107, 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2014.07.005>.

Histórico do artigo:

Recebido: 21 de outubro de 2022.

Aprovado: 17 de novembro de 2022.

Disponível online: 21 de dezembro de 2022.

Licenciamento: Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.