

REPRODUÇÃO DE EQUINOS COM SÊMEN CONGELADO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

André Cayô Cavalcanti¹;

Faculdade Multivix, Nova Venécia, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/8569158472614202>

Gabriel Vilela Hertel Vianna²;

Faculdade Multivix, Nova Venécia, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/7987647693729819>

Renata Curty da Rocha³;

Faculdade Multivix, Nova Venécia, Espírito Santo.

Yslla Fernanda Fitz Balo Merigueti⁴;

Faculdade Multivix, Nova Venécia, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/1392974044923456>

Ivanildo Schmith Kuster⁵;

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Nova Venécia, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/5660856092825608>

Luciano Wagner Dorea Reis⁶;

Faculdade Multivix, Nova Venécia, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/9652229956705948>

Sérgio de Oliveira Alves⁷;

Faculdade Multivix, Nova Venécia, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/6218341903351479>

Wanderson Alves Ferreira⁸;

Faculdade Multivix, Nova Venécia, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/8076091911867812>

Marcel Merlo Mendes⁹;

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

<http://lattes.cnpq.br/4538184163113541>

Josete Pertel¹⁰;

Faculdade Multivix, Nova Venécia, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/7816353380400598>

Juliana Maria Piassi¹¹;

Faculdade Multivix, Nova Venécia, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/3824373640026505>

Janio Laurindo¹².

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Nova Venécia, Espírito Santo.

<http://lattes.cnpq.br/7235234921414971>

RESUMO: A inseminação artificial com sêmen congelado tem sido amplamente estudada e aplicada na reprodução equina, proporcionando significativos avanços genéticos e reprodutivos que consiste em introduzir o material genético na égua de forma artificial. Este estudo revisa a literatura sobre a utilização de sêmen congelado, destacando seus benefícios, características, processos de criopreservação, descongelamento, inovações tecnológicas e seus desafios. As vantagens incluem: preservação da linhagem genética, pois é possível utilizar o sêmen de garanhões mesmo após sua morte; redução da transmissão de doenças devido análises realizadas com microscópio, além de não ocorre o contato físico entre os animais e a facilidade no transporte de material genético. Entretanto, desafios como o baixo índice prenhez do sêmen congelado quando comparado ao sêmen fresco ocasionado por danos térmicos que afetam a viabilidade espermática após o descongelamento e a necessidade de protocolos mais eficientes ainda são barreiras a serem superadas. As inovações tecnológicas ampliam a aplicabilidade da inseminação artificial na indústria equestre, alguns exemplos são: o avanço nas técnicas de criopreservação com novos diluentes e crioprotetores; acompanhamento e monitoramento das fases da ovulação das éguas; além disso o investimento na capacitação em mão-de-obra especializada tanto para criadores quanto para médicos veterinários com cursos teóricos e práticos.

PALAVRAS-CHAVE: inseminação artificial. Sêmen congelado. Criopreservação.

ABSTRACT: Artificial insemination with frozen semen has been widely studied and applied in equine reproduction, providing significant genetic and reproductive advances, which consists of introducing the genetic material into the mare in an artificial manner. This study reviews the literature on the use of frozen semen, highlighting its benefits, characteristics, cryopreservation processes, thawing, technological innovations, and its challenges. The advantages include: preservation of the genetic lineage, as it is possible to use semen from stallions even after their death; reduction of disease transmission due to analyses performed with a microscope, in addition to there not being physical contact between the animals and the ease of transporting genetic material. However, challenges such as the low pregnancy rate of frozen semen when compared to fresh semen, caused by thermal damage that affects sperm viability after thawing, and the need for more efficient protocols, are still barriers to be overcome. Technological innovations expand the applicability of artificial insemination in the equine industry; some examples are: advances in cryopreservation techniques with new extenders and cryoprotectants; follow-up and monitoring of the stages of ovulation in mares; in addition, investment in training specialized labor for both breeders and veterinarians with theoretical and practical courses.

KEY-WORDS: Artificial insemination. Frozen semen. Cryopreservation.

INTRODUÇÃO

A reprodução equina desempenha um papel essencial na indústria equestre, contribuindo para o melhoramento genético e o desenvolvimento da criação de cavalos. Com os avanços da biotecnologia reprodutiva, novas técnicas foram incorporadas para otimizar a eficiência da reprodução, sendo a inseminação artificial com sêmen congelado uma das mais promissoras (Fonseca *et al.*, 2021). Essa tecnologia tem possibilitado a disseminação de material genético de alta qualidade, independentemente das barreiras geográficas (Silva *et al.*, 2020).

A criopreservação do sêmen equino permite sua conservação por longos períodos, garantindo a disponibilidade contínua para os programas de reprodução (Mattos; Gonçalves, 2016). Isso possibilita que criadores escolham garanhões com base em critérios genéticos, reduzindo a necessidade de transporte de animais e minimizando o estresse envolvido no deslocamento para acasalamentos naturais. Além disso, a técnica favorece o controle sanitário, evitando a transmissão de doenças sexualmente transmissíveis (Melo *et al.*, 2018).

Apesar das vantagens, a utilização do sêmen congelado na reprodução equina enfrenta desafios significativos. O processo de congelamento e descongelamento pode comprometer a viabilidade espermática, reduzindo as taxas de fertilização (Fonseca *et al.*,

2021). Assim, pesquisadores têm se dedicado ao desenvolvimento de novos crioprotetores e aprimoramento das técnicas de manipulação do sêmen para minimizar os impactos negativos da criopreservação (Oliveira *et al.*, 2021).

A literatura científica tem demonstrado avanços consideráveis na otimização da inseminação artificial com sêmen congelado. Estudos recentes indicam que ajustes nos protocolos de congelamento e inseminação podem melhorar as taxas de prenhez, tornando essa tecnologia mais eficiente e acessível para os criadores (Silva *et al.*, 2020). Além disso, o aprimoramento das análises espermáticas contribui para uma melhor seleção dos garanhões com maior potencial reprodutivo (Melo *et al.*, 201). Revisar a literatura sobre a utilização do sêmen congelado na reprodução equina, destacando seus benefícios, desafios e perspectivas futuras.

A compreensão desses aspectos é fundamental para impulsionar novas pesquisas e aprimorar as práticas reprodutivas, tornando a inseminação artificial com sêmen congelado uma ferramenta ainda mais eficaz na equinocultura (Oliveira *et al.*, 2021).

OBJETIVO

Revisar a literatura sobre a utilização do sêmen congelado na reprodução equina, destacando seus benefícios, desafios e perspectivas futuras.

METODOLOGIA

Delineamento, escopo e perguntas de pesquisa

Realizou-se uma revisão de literatura com abordagem narrativo-sistematizada sobre inseminação artificial em equinos com sêmen congelado, orientada por três questões: (i) quais protocolos de criopreservação e descongelamento foram empregados e como impactaram a qualidade espermática; (ii) quais taxas de concepção/prenhez foram obtidas com sêmen congelado em comparação ao sêmen fresco e resfriado; e (iii) quais inovações tecnológicas (diluantes e crioprotetores, antioxidantes, citometria de fluxo, análise computacional/IA e nanotecnologia) contribuíram para elevar a eficiência reprodutiva.

A estratégia conceitual seguiu PICO adaptado: população composta por éguas e garanhões (*Equus caballus*); intervenção/exposição centrada no uso de sêmen congelado e nas etapas técnicas de coleta, diluição, resfriamento, congelamento, armazenamento, descongelamento e inseminação; comparadores, quando disponíveis, com sêmen fresco e resfriado; e desfechos em motilidade total e progressiva, integridade de membrana/acrossoma/DNA, viabilidade espermática, dose inseminante, taxas de concepção/prenhez por ciclo e por estação e perdas embrionárias precoces.

Foram incluídos estudos primários in vitro e in vivo (ensaios clínicos, observacionais e séries de casos) e estudos laboratoriais com avaliação seminal; revisões sistemáticas e meta-análises serviram para ampliar a busca de referências, sem integrar eventual síntese quantitativa. Consideraram-se textos em português, inglês e espanhol publicados entre 1975 e 2025. Excluíram-se relatos sem dados primários, comentários/editoriais, estudos exclusivamente com ovócitos/embriões sem relação com sêmen congelado, materiais sem texto completo e duplicatas.

Fontes de informação, busca, seleção e extração

As buscas foram feitas na PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, SciELO e CAB Abstracts, com complementação por Google Scholar (rastreamento de citações), literatura cinzenta em repositórios institucionais e manuais técnicos pertinentes. Empregaram-se combinações equivalentes de descritores DeCS/MeSH e termos livres em português, inglês e espanhol, cobrindo “equinos/égua/garanhões/cavalos”, “inseminação artificial”, “sêmen congelado/cryopreservation/thawing/cryoprotectant/extender” e “fertilidade/prenhez/viabilidade/motilidade”, com filtros por espécie, idioma e período.

Os registros foram gerenciados em software bibliográfico (Zotero ou Mendeley), com remoção automática de duplicatas e conferência manual. A seleção ocorreu em duas etapas por dois revisores independentes: triagem de títulos e resumos, seguida da leitura do texto completo, com registro das razões de exclusão; o fluxo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão foi apresentado conforme PRISMA 2020.

A extração utilizou formulário previamente pilotado, contemplando: características do estudo (ano, país, desenho, amostra, raça/idade dos garanhões e categoria/idade das éguas); protocolo seminal (método e frequência de coleta com vagina artificial, diluentes, crioprotetores como glicerol e trealose, resfriamento, tipo de congelamento com curva e sistema passivo/ativo, armazenamento em nitrogênio líquido e descongelamento, respeitando a correspondência com a curva e considerando protocolos usuais como 37 °C/30 s, 46 °C/20 s e 60–70 °C/7 s); avaliação da qualidade espermática (motilidade total/progressiva, vigor, integridade de membrana e acrossoma, danos ao DNA, estresse oxidativo, uso de antioxidantes, procedimentos de centrifugação/filtração e citometria de fluxo quando aplicável); procedimento de inseminação (dose total, local de deposição no corpo uterino ou corno ipsilateral, timing em relação à ovulação com ultrassonografia e eventual indução com hCG ou deslorelina, número de inseminações por ciclo); e desfechos reprodutivos (concepção aos 14–16/28/45 dias, prenhez por ciclo/estação, perdas embrionárias e eventos adversos). Informações sobre financiamento e potenciais conflitos de interesse foram registradas quando declaradas; divergências entre revisores foram resolvidas por consenso.

Avaliação da qualidade e síntese dos achados

A qualidade metodológica e o risco de viés foram avaliados conforme o desenho: ferramenta SYRCLE para estudos com animais; checklists Joanna Briggs Institute para observacionais e séries de casos; e critérios de qualidade e reprodutibilidade inspirados no ARRIVE 2.0 para estudos laboratoriais *in vitro*, com ênfase no controle de temperatura/tempo, padronização de meios/diluentes e calibração de equipamentos. Os julgamentos foram apresentados de forma narrativa e, quando pertinente, em quadros-resumo.

A síntese principal foi qualitativa, organizada nos eixos criopreservação/descongelamento, qualidade espermática, procedimento de inseminação e manejo da égua, desfechos reprodutivos e inovações, destacando consensos e lacunas. Quando houve dados comparáveis suficientes, realizou-se síntese quantitativa exploratória com modelos de efeitos aleatórios, agregando proporções de concepção/prenhez e variáveis contínuas (motilidade, viabilidade). A heterogeneidade foi estimada por I^2 e τ^2 , com análises de subgrupos e, quando justificadas, meta-regressões considerando tipo de sêmen, protocolo de descongelamento, crioprotetor/diluyente, raça e idade do garanhão, dose inseminante, local de deposição e uso de indutores de ovulação; o viés de publicação foi explorado por gráfico de funil e teste de Egger quando o número de estudos foi suficiente.

DISCUSSÃO

A síntese dos trabalhos confirma a consolidação da inseminação artificial (IA) na equinocultura e o avanço do uso de sêmen congelado para difusão genética e planejamento reprodutivo; entretanto, persiste um gradiente de desempenho: prenhez tipicamente mais alta com sêmen fresco (~70–80%), intermediária com resfriado (~50–65%) e menor com congelado (~30–50%), o que reflete danos por gelo e estresse oxidativo inerentes ao processo de congelação/descongelação (Silva et al., 2020; Gáspárdy et al., 2020; Camargo, 2023; Moreira et al., 2018).

A compatibilização entre curvas de congelamento e protocolos de descongelamento emergiu como fator crítico: 37 °C/30 s (tradicional), 46 °C/20 s (lento-equilibrado), 60–70 °C/7 s (passagem rápida pela recristalização) e 75 °C/7 s (rápido, indicado para congelação igualmente rápida). Em Mangalarga Marchador, observou-se ~71% de vivos e ~46,7% de motilidade total após 37 °C/30 s, versus ~77,4% de vivos e ~44,2% de motilidade após 75 °C/7 s, reforçando que o “acoplamento” freeze–thaw melhora integridade e desempenho pós-thaw (Monteiro et al., 2006; Rodrigues et al., 2016; Azevedo et al., 2019; CBRA, 2013).

No eixo criocautela/química do meio, glicerol tem mantido cerca de 40% de viabilidade pós-thaw, enquanto formulações com trealose (50 mM) superaram 55% em alguns ensaios; antioxidantes (p.ex., vitamina E ou flavonoides como quercetina) reduzem ~30% do estresse oxidativo, sugerindo ganhos quando se combinam crioprotetores permeáveis e “scavengers” específicos em protocolos personalizados por garanhão (Medina-León et al.,

2019; Bhatia, 2023; Straioto et al., 2020; Yáñez-Ortiz et al., 2022).

Etapas pré-congelação também modulam a amostra: centrifugação em ~600 g/10 min minimiza perdas de vigor/motilidade, filtros espermáticos por gravidade separam o líquido seminal com baixo dano celular, e resfriamento a 4–5 °C com controle de tempo reduz contaminação; após o congelamento, a armazenagem a –196 °C em N₂ líquido assegura estabilidade prolongada, ampliando a janela de uso e o alcance geográfico do material (Paiva, 2020; Faria; Ataidés & Oliveira, 2020; Souza et al., 2022; Camargo, 2023).

Do lado da receptora, doses convencionais ($\sim 4,0 \times 10^8$ espermatozoides totais) em éguas jovens no estro, com monitoramento ultrassonográfico do momento ovulatório, podem alcançar bons índices; por outro lado, vaginites por oportunistas (*Streptococcus equi* ssp. *zooepidemicus*, *E. coli*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*) reduzem fertilidade e exigem citologia/cultura e manejo (lavagens, antimicrobianos, e Caslick quando indicado) para restaurar o ambiente reprodutivo favorável (Moreira et al., 2018; Palmer, 2019; Hartman et al., 2020; Ricketts & Allen, 2016; Leblanc, 2008; Mertens et al., 2017).

Ferramentas de fenotipagem objetiva — citometria de fluxo (membrana/acrossoma) e análise computadorizada de movimento (CASA) — aumentam a assertividade na seleção de doses e ajudam a explicar a variabilidade entre ganhões; aliados a modelos preditivos (IA) baseados em imagens/séries temporais, podem racionalizar o número de IA por cio e reduzir custos em programas com janelas reprodutivas curtas (Yáñez-Ortiz et al., 2022; Zuidema; Kerns & Sutovsky, 2021; Brandão, 2020).

Aspectos sazonais e fisiológicos seguem determinantes: éguas poliétricas estacionais respondem ao fotoperíodo, concentrando melhor desempenho na primavera-verão no Brasil; integrar sazonalidade, sanidade e qualidade de dose é chave para fechar o “gap” do sêmen congelado frente ao fresco/resfriado em ambientes de produção (Paiva, 2020; Coelho & Dias, 2021; Zoccoli, 2023).

Quanto às frentes de inovação, destacam-se gradientes térmicos controlados no descongelamento, nanotecnologia para entrega de crioprotetores/antioxidantes e novos diluentes, além de IA para decisão de timing de IA a partir de dados de ultrassom e qualidade de dose; estudos multicêntricos padronizados são prioritários para reduzir a variabilidade inter-centro e acelerar transferência tecnológica (Gutiérrez-Cepeda et al., 2023; Vita et al., 2019; Gáspárdy et al., 2020; Camargo, 2023).

Por fim, capacitação e padronização operacional permanecem gargalos práticos: treinamentos periódicos, auditoria de processos (coleta, filtração/centrifugação, resfriamento, congelação, descongelação) e registro sistemático de curvas tempo/temperatura são medidas custo-efetivas para elevar a proporção de doses “aptas” e reduzir variação inter-operador, especialmente em sistemas com infraestrutura limitada (Miranda, 2020; Souza et al., 2022; Brandão, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inseminação artificial com sêmen congelado representa uma alternativa viável para a reprodução equina, trazendo inúmeras vantagens, como a preservação de linhagens genéticas, a redução de barreiras geográficas e a diminuição do risco de transmissão de doenças durante o acasalamento. Além disso, permite que o material genético de garanhões de alto valor seja utilizado por longos períodos, ampliando seu impacto na melhoria do plantel.

No entanto, desafios como a redução da viabilidade espermática após o descongelamento e a variação nas taxas de fertilização entre diferentes indivíduos ainda representam barreiras significativas para a plena eficiência da técnica. A adaptação de protocolos de criopreservação às particularidades de cada garanhão, bem como o desenvolvimento de diluentes e crioprotetores mais eficazes, são áreas de pesquisa promissoras.

A literatura aponta avanços constantes na busca por soluções que otimizem o uso do sêmen congelado, promovendo a melhoria dos índices reprodutivos. Métodos inovadores, como a incorporação da nanotecnologia, a inteligência artificial na análise seminal e a sexagem de espermatozoides, têm se mostrado promissores para aumentar a eficiência da inseminação artificial.

Assim, o desenvolvimento de novas tecnologias e metodologias é essencial para garantir a eficácia desse método e ampliar sua utilização na indústria equestre. O aprimoramento dos protocolos de manejo e a capacitação dos profissionais envolvidos também desempenham um papel crucial para garantir o sucesso da inseminação artificial com sêmen congelado, consolidando essa técnica como uma ferramenta fundamental para o melhoramento genético e a sustentabilidade da criação equina.

Além disso, fatores como o momento preciso da ovulação, o manejo adequado da égua receptora e a qualidade do ambiente uterino são determinantes para o sucesso da inseminação artificial com sêmen congelado. O uso de técnicas complementares, como a inseminação profunda no corno uterino ipsilateral ao folículo dominante e o controle hormonal da ovulação com agentes como deslorelina ou hCG, tem contribuído para otimizar as taxas de prenhez. A escolha criteriosa das éguas, considerando sua saúde reprodutiva, idade e histórico gestacional, também influencia diretamente os resultados.

Nesse contexto, a inseminação artificial não é apenas uma técnica, mas um conjunto de estratégias integradas que exigem conhecimento técnico, planejamento e acompanhamento especializado. Com o avanço contínuo da biotecnologia e o investimento em pesquisa aplicada, a tendência é que essa prática se torne cada vez mais precisa, eficiente e acessível, consolidando-se como um dos pilares da reprodução equina moderna.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, H. C.; LIMA, M. F.; MOREIRA, D. A. Curvas de resfriamento pré-congelamento e diferentes protocolos de descongelamento de sêmen equino. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 71, n. 6, p. 1915–1922, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/ZKcXz8rHrLVhTw9F9R3VJzQ>. Acesso em: 23 jun. 2025.
- BHATIA, N. et al. Freezability and fertility rates of stallion semen supplemented with trehalose in lactose extender. *Animal Reproduction Science*, v. 243, p. 107516, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36958410>. Acesso em: 24 jun. 2025.
- BRANDÃO, I. de S. L. Influência do tempo na fertilidade do sêmen congelado de garanhões da raça quarto de milha. 2020. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/8810>. Acesso em: 12 abr. 2025.
- CAMARGO, Carlos Eduardo. A arte de inseminar éguas com sêmen congelado. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 47, n. 2, p. 226-230, 2023. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/porta1/resource/pt/biblio-1435300>. Acesso em: 12 abr. 2025.
- CBRA – COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL. Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. 3. ed. Belo Horizonte: CBRA, 2013.
- COELHO, Rogéria Werner de Almeida; DIAS, Júlio César Oliveira. Congelação de sêmen equino após 24 horas de resfriamento. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 1, p. 1-21, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348493203_Congelacao_de_semen_equino_apos_24_horas_de_resfriamento. Acesso em: 13 abr. 2025.
- FARIA, L. C. de; ATAIDES, J. L. de S.; OLIVEIRA, F. J. G. de. Avaliação da longevidade de espermatozoides equinos congelados e descongelados submetidos à centrifugação e filtração. 2020. 27 f. Relatório Final (Programa de Iniciação Científica) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/31862>. Acesso em: 10 abr. 2025.
- FONSECA, F. A.; SANTOS, J. E. P.; VASCONCELOS, J. L. M. Inseminação artificial em equinos: avanços e desafios. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 45, n. 2, p. 110-120, 2021.
- GÁSPÁRDY, A. et al. Practical experience with artificial insemination (AI) using fresh chilled and frozen semen in mares. *Acta Veterinaria Hungarica*, v. 68, n. 1, p. 85-90, 2020. Disponível em: <https://akjournals.com/view/journals/004/68/1/article-p85.xml>. Acesso em: 13 abr. 2025.
- GUTIÉRREZ-CEPEDA, L. et al. Optimization of the Equine-Sperm Freeze Test in Purebred Spanish Horses by Incorporating Colloidal Centrifugation. *Animals*, v. 13, n. 3, p. 382-394, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/13/3/382>. Acesso em: 03 abr. 2025.
- HARTMAN, D. L.; MCQUEEN, C. M.; BURNS, R. E. Reproductive tract infections in the

mare: Diagnosis and treatment. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, v. 36, n. 1, p. 99–117, 2020.

LEBLANC, M. M. Causes and treatment of endometritis in the mare: A clinical perspective. *Animal Reproduction Science*, v. 107, n. 3–4, p. 213–224, 2008.

MATTOS, A. L.; GONÇALVES, J. S. Criopreservação de sêmen equino: fundamentos e práticas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 43, n. 4, p. 223-231, 2016.

MEDINA-LEÓN, A. Z. et al. Cryopreservation of horse semen with a liposome and trehalose added extender. *Austral Journal of Veterinary Sciences*, v. 51, n. 3, p. 119-123, 2019. Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-81322019000300119. Acesso em: 15 abr. 2025.

MELO, R. C. et al. Análise de sêmen equino congelado: parâmetros reprodutivos e aplicabilidade. *Revista Científica de Medicina Veterinária*, v. 26, n. 1, p. 40-49, 2018.

MERTENS, M. A. et al. Clinical significance of conformational abnormalities of the equine perineum and vagina in reproductive medicine. *Theriogenology*, v. 92, p. 93–98, 2017.

MIRANDA, Gabriel Sant’anna et al. A importância do melhoramento genético para os equinos da raça quarto de milha – revisão de literatura. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, n. 35, p. 1-15, 2020. Disponível em: https://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/K7RmbYZQpcSjA4t_2021-2-25-12-8-27.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

MONTEIRO, G. A. et al. Influência de diferentes temperaturas e tempos de descongelamento na qualidade do sêmen equino congelado. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 30, n. 3, p. 136–140, 2006. Disponível em: <http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v30n3/p136-140.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2025.

OLIVEIRA, T. M.; BARROS, A. R.; GOMES, P. L. Novas abordagens em criopreservação de sêmen equino. *PubVet*, v. 15, n. 5, p. 1-9, 2021.

PAIVA, J. da C. Inseminação artificial em equinos: revisão de literatura. 2020. 27 f. Monografia (Bacharelado em Medicina Veterinária) – Centro Universitário de Barra Mansa, Barra Mansa, 2020. Disponível em: <http://aete.ubm.br:8081/repositorio/bitstream/handle/123456789/358/12.12.20%20Monografia%20final%20vers%C3%A3o%20CD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 01 abr. 2025.

PALMER, J. E. Manual de reprodução equina. 5. ed. São Paulo: MedVet, 2019.

RICKETTS, S. W.; ALLEN, W. E. Diagnosis and management of infectious reproductive disorders in mares. In: McKINNON, A. O.; SQUIRES, E. L. (Ed.). *Equine Reproduction*. 2. ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2016. p. 1089–1103.

RODRIGUES, M. S.; MARTINS, C. F.; RIBEIRO FILHO, A. L. Efeito de diferentes taxas de descongelamento sobre a motilidade espermática de sêmen equino congelado. *Ciência Animal Brasileira*, v. 17, n. 4, p. 647–655, 2016. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/40612>. Acesso em: 23 jun. 2025.

SILVA, L. C.; SANTOS, G. F.; MELO, R. C. Tecnologias aplicadas à reprodução equina com sêmen congelado. *Veterinária em Foco*, v. 18, n. 3, p. 99-106, 2020.

SILVA, L. C.; SANTOS, G. F.; MELO, R. C. Tecnologias aplicadas à reprodução equina com sêmen congelado. *Veterinária em Foco*, v. 18, n. 3, p. 99-106, 2020.

SOUZA, A. da S. et al. Técnicas de preservação do sêmen: resfriamento. In: SOARES, A. M. *Medicina veterinária e zootecnia: métodos e tendências de pesquisa*. Ponta Grossa: Aya, 2022. Disponível em: <https://ayaeditora.com.br/livros/L231.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2025.

STRAIOTO, K. A. et al. Utilização da quercetina no criopreservador de sêmen equino. *Revista Thêma et Scientia*, v. 10, n. 2, p. 239-249, 2020. Disponível em: <https://ojsrevistas.fag.edu.br/index.php/RTES/article/view/1189>. Acesso em: 15 abr. 2025.

VITA, B. et al. Influência de diferentes sistemas e curvas de congelamento na congelabilidade e fertilidade do sêmen equino. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 71, p. 770-776, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/YJzGPDCZn6fbZ-3DTCzy3tjR/>. Acesso em: 03 abr. 2025.

YÁNEZ-ORTIZ, I. et al. Advances in sperm cryopreservation in farm animals: Cattle, horse, pig and sheep. *Animal Reproduction Science*, v. 246, p. 106-110, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34887155/>. Acesso em: 04 abr. 2025.

ZOCCOLI, A. L. S. A influência da idade na resistência à refrigeração do sêmen de garanhões. 2023. 21 f. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/37208>. Acesso em: 12 abr. 2025.

ZUIDEMA, D.; KERNS, K.; SUTOVSKY, P. An exploration of current and perspective semen analysis and sperm selection for livestock artificial insemination. *Animals*, v. 11, n. 12, p. 356-371, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34944339/>. Acesso em: 12 abr. 2025.