

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>.

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Suplementação de vitaminas antioxidantes e minerais traço para redução do estresse oxidativo e melhor desempenho em equinos atletas - uma revisão

Estresse oxidativo, equinos atletas, suplementação mineral, vitamina E.

Camilly Ribeiro dos Santos ^{1*}

Dienify Alcântara dos Santos ¹

Edson Leite de Araújo Júnior ¹

Milena da Hora Silva Souza ¹

Emanuela Nataly Ribeiro Barbosa ²

¹Discente da Universidade Estadual da Bahia-UNEB- Campus IX. *Email: camillyribe123@gmail.com.

²Zootecnista, Docente da Universidade Estadual da Bahia.

RESUMO

O exercício físico intenso pode causar estresse oxidativo em equinos atletas, prejudicando a integridade muscular, cardiovascular e o desempenho esportivo. A suplementação com vitaminas antioxidantes, como a vitamina E, e minerais traço, como o zinco e o selênio, tem sido utilizada como estratégia nutricional para atenuar os efeitos deletérios das espécies reativas de oxigênio. Este trabalho tem como objetivo revisar os efeitos do uso dessas substâncias sobre o estresse oxidativo em cavalos atletas, destacando suas funções bioquímicas, efeitos fisiológicos e os cuidados com o excesso. A literatura aponta que, quando bem dosadas e associadas a um manejo alimentar adequado, essas suplementações podem melhorar a capacidade antioxidante, reduzir lesões e favorecer a recuperação pós-exercício. Conclui-se que a integração entre nutrição e fisiologia do esforço é fundamental para a manutenção da saúde e da performance atlética equina.

Palavras-chave: estresse oxidativo, equinos atletas, suplementação mineral, vitamina E.

ANTIOXIDANT VITAMIN AND MINERAL SUPPLEMENTATION TO REDUCE OXIDATIVE STRESS AND IMPROVE PERFORMANCE IN EQUINE ATHLETES – A REVIEW ABSTRACT

Intensive physical exercise can cause oxidative stress in athletic horses, impairing muscular, cardiovascular integrity, and sports performance. Supplementation with antioxidant vitamins, such as vitamin E, and trace minerals, such as zinc and selenium has been used as a nutritional strategy to mitigate the harmful effects of reactive oxygen species. This work aims to review the effects of using these substances on oxidative stress in athletic horses, highlighting their biochemical functions, physiological effects, and care regarding excess. The literature indicates that, when well-dosed and combined with proper dietary management, these supplements can enhance antioxidant capacity, reduce injuries, and promote post-exercise recovery. It is concluded that integration of nutrition and exercise physiology is essential for maintaining the health and athletic performance of horses.

Keyword: oxidative stress, athlete horses, mineral supplementation, vitamin E.

INTRODUÇÃO

O desempenho de equinos atletas está diretamente relacionado ao equilíbrio entre os sistemas fisiológicos, especialmente os mecanismos antioxidantes que protegem contra os danos provocados pelo estresse oxidativo. Conforme Corrêa et al. (2023), o esforço prolongado associado ao exercício intenso promove alterações significativas nos níveis de enzimas musculares e eletrólitos, refletindo estresse oxidativo e possíveis lesões musculares, que impactam negativamente o desempenho e a recuperação do animal. A suplementação nutricional com vitaminas antioxidantes, principalmente a vitamina E, tem se mostrado eficaz na mitigação desses efeitos adversos. Barbosa et al. (2012) demonstraram que a administração de vitamina E em equinos submetidos a exercício de alta intensidade reduz os níveis de malondialdeído (MDA), importante marcador de peroxidação lipídica, indicando menor dano celular e melhora do status antioxidante.

Além disso, a associação da vitamina E com minerais traço como o selênio tem papel fundamental no reforço das defesas antioxidantes endógenas, como evidenciado por Dias et al. (2009). Esses autores observaram que a suplementação combinada de vitamina E e selênio em equinos saltadores melhora parâmetros oxidativos, reduzindo o estresse celular decorrente do exercício físico intenso. Minerais traço como o zinco e o selênio são essenciais para a atividade de enzimas antioxidantes endógenas, como a superóxido dismutase (SOD) e a glutatona peroxidase (GPx), que protegem as células contra o estresse oxidativo. Segundo Rabelo et al. (2020), a suplementação com esses minerais contribui significativamente para a eficiência das defesas antioxidantes em equinos atletas. Embora outros elementos como cobre e manganês também desempenhem funções similares, este trabalho foca especificamente nos efeitos do zinco e do selênio devido à sua relevância direta na modulação do sistema antioxidante em contextos de esforço físico intenso. Por sua vez, a composição da dieta, incluindo a fonte e o tipo de lipídios, influencia o metabolismo plasmático de lipoproteínas e triglicerídeos, impactando indiretamente o estresse oxidativo e o desempenho esportivo dos animais.

Ribeiro et al. (2017) destacam que dietas balanceadas contribuem para a otimização da resposta metabólica e antioxidante durante o treinamento. Diante do exposto, o manejo nutricional voltado à suplementação com vitaminas antioxidantes e minerais traço revela-se uma estratégia eficaz para a proteção contra o estresse oxidativo em equinos atletas, favorecendo a integridade muscular, a recuperação pós-exercício e o desempenho esportivo. O presente trabalho tem como objetivo revisar, com base na literatura científica, os efeitos da suplementação com vitaminas antioxidantes (em especial a vitamina E) e minerais traço (zinco e selênio) sobre a redução do estresse oxidativo e a melhora do desempenho físico em equinos atletas, destacando os mecanismos fisiológicos envolvidos e os cuidados com a dosagem e formulação dietética.

Estresse Oxidativo

O estresse oxidativo é um fenômeno fisiológico de grande relevância no contexto do desempenho e saúde de equinos atletas, sendo amplamente documentado na literatura científica, especialmente em estudos que investigam os efeitos do exercício intenso ou prolongado (WILLIAMS, 2010; DIAS et al., 2009). Esse processo ocorre quando há um desequilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) e a capacidade dos sistemas antioxidantes do organismo em neutralizá-las, resultando em danos celulares (ANTUNES, 2015; TEIXEIRA NETO, 2006). Durante a atividade física, em especial quando realizada em alta intensidade ou por longos períodos, o metabolismo energético aumenta significativamente, elevando o consumo de oxigênio pelas mitocôndrias. Nesse contexto, uma fração desse oxigênio sofre redução incompleta, levando à formação de EROs, como o ânion superóxido (O_2^-), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e radical hidroxila (OH) (WILLIAMS, 2010; CARVALHO et al., 2023). Esses compostos, em excesso, iniciam reações prejudiciais às biomoléculas, como lipídios, proteínas e ácidos nucleicos, processo conhecido como lipoperoxidação, o qual compromete a integridade das membranas celulares e a funcionalidade dos tecidos (MININI et al., 2013). Além do aumento na produção mitocondrial de EROs, outras vias também contribuem para o

estresse oxidativo em equinos atletas. Dentre elas, destacam-se a ativação da xantina oxidase durante o fenômeno de isquemia-reperfusão, a explosão respiratória de leucócitos associada a processos inflamatórios e a oxidação de catecolaminas e ácido láctico em exercícios anaeróbicos (TEIXEIRA NETO, 2006; DIAS et al., 2009). Diversos biomarcadores são utilizados para monitorar o estresse oxidativo nesses animais. O malondialdeído (MDA), produto da lipoperoxidação, é um dos principais indicadores laboratoriais de dano oxidativo, sendo frequentemente observado em concentrações elevadas após atividades físicas intensas (ANTUNES, 2015; DIAS et al., 2009). O impacto do estresse oxidativo em equinos atletas vai além das alterações bioquímicas, refletindo diretamente na performance esportiva. A elevação dos níveis de EROs está associada à fadiga muscular, lesões musculares, alterações na microcirculação e, conseqüentemente, redução do desempenho atlético e maior tempo de recuperação (WILLIAMS, 2010; CARVALHO et al., 2023).

Vitaminas

Atuando sobre esses elevados níveis de estresse fisiológico devido ao exercício intenso e prolongado nos equinos, há a presença das vitaminas antioxidantes, como a vitamina E (dl- α -tocoferol) e a vitamina C, que desempenham um papel fundamental na neutralização dos radicais livres, preservando a integridade celular e contribuindo para a recuperação muscular e cardiovascular (SILVA et al., 2022).

A vitamina E, considerada o antioxidante mais importante suplementado na dieta de equinos atletas, atua na proteção das membranas celulares contra a peroxidação lipídica. Estudos demonstraram que a suplementação com vitamina E pode reduzir os níveis de malondialdeído (MDA), um marcador de dano oxidativo (YONEZAWA et al., 2015; DIAS et al., 2009). Por sua vez, a vitamina C, embora não sintetizada em grandes quantidades pelos equinos sob condições de estresse, pode ser administrada como suplemento, auxiliando na regeneração da vitamina E na eliminação direta de radicais livres (SILVA et al., 2022).

Machado et al. (2006) avaliaram o efeito da suple-

mentação com vitamina E em equinos Árabes submetidos ao exercício em esteira, constatando melhora no equilíbrio entre sistemas oxidantes e antioxidantes, com redução da meta-hemoglobina e estabilização dos parâmetros hematológicos. Da mesma forma, estudos de Dias et al. (2009) revelaram benefícios significativos da combinação de vitamina E e selênio na proteção contra o estresse oxidativo e nas enzimas marcadoras de lesão muscular.

Minerais essenciais

Os minerais desempenham papéis essenciais quando se trata do metabolismo celular e na manutenção da homeostase do organismo, sendo importantes em equinos atletas devido à alta exigência fisiológica imposta pelo exercício físico intenso. A atividade física intensa aumenta significativamente a produção de espécies reativas de oxigênio, exigindo maior ação de enzimas antioxidantes que dependem da presença de minerais como zinco e selênio os quais atuam como cofatores e protegem estruturas celulares contra o estresse oxidativo (KOURY; DONANGELO, 2003). A carência ou o excesso desses minerais na alimentação dos equinos pode provocar sérios danos e prejuízos aos criadores (SILVA et al., 2014).

Zinco

O zinco atua como cofator da enzima superóxido dismutase (SOD), na qual é responsável por neutralizar os radicais livres produzidos durante o exercício físico intenso. Em equinos atletas, essa ação antioxidante é essencial para proteger células musculares contra o estresse oxidativo e manter a performance. A suplementação oral de antioxidantes, incluindo zinco, mostrou-se eficaz na manutenção da atividade de glutatona-peroxidase e na prevenção de desequilíbrios oxidativos em cavalos Thoroughbred em treinamento intenso (DE MOFFARTS et al., 2005). Deficiências de minerais como ferro e zinco podem prejudicar tanto a imunidade quanto o desempenho esportivo (LUKASKI, 2004).

Selênio

Em atletas equinos, o aumento da ingestão de Se foi associado à melhora do estado antioxidante (WHITE & WARREN, 2017). O uso excessivo de selênio pode

causar toxicidade em equinos, provocando sintomas como lesões nos cascos, alterações no pelo e até falência orgânica, por isso a suplementação deve ser cuidadosamente balanceada (SILVA *et al.*, 2014)..

A combinação de treinamento e suplementação de selênio pode aumentar a resistência dos glóbulos vermelhos ao estresse oxidativo, indicando um efeito sinérgico nas defesas antioxidantes (AVELLINI *et al.*, 1999). O uso de selênio evita lesões musculares oxidativas pelo excesso de exercício, portanto, o selênio atua sobre a integridade das membranas e proteção contra degeneração oxidativa dos tecidos (PRIMIANO, 2010).

Interações entre oxidantes e prejuízo a performance

O aumento da oxidação durante o exercício pode implicar em injúria oxidativa às células musculares, causada pela produção de radicais livres e outras espécies reativas de oxigênio, resultantes das reações oxidativas (SJODIN *et al.*, 1990; SEN, 1995). Se os sistemas antioxidantes se tornam deprimidos durante o exercício, aumenta a susceptibilidade de células e tecidos aos danos causados pelas ERO (CHIARADIA *et al.*, 1998).

Perante o estresse oxidativo, o organismo pode reagir de duas formas: adaptando-se ou sofrendo injúria celular. No caso de estresse oxidativo brando, as células suportam e respondem a essa situação com aumento na produção de defesas antioxidantes, na tentativa de restabelecer o equilíbrio pró oxidante/antioxidante. Entretanto, no estresse oxidativo severo há injúria celular e, quando esta é muito intensa, os danos são irreversíveis, levando à morte celular (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2001).

Embora as defesas antioxidantes endógenas sejam efetivas, os componentes celulares não estão totalmente protegidos, sendo indispensável à obtenção de antioxidantes na dieta para uma defesa apropriada contra processos oxidativos e manutenção da saúde (CERQUEIRA *et al.*, 2007). Considerando o efeito deletério da produção excessiva de ERO e a evidência de que o exercício induz o estresse oxidativo em equinos, a suplementação com antioxidantes objetivou restabelecer

ou manter o equilíbrio oxidante/antioxidante e parece ser perspectiva promissora para o bem-estar animal e prevenção de lesões (YONEZAWA *et al.*, 2010).

Benefícios da suplementação antioxidante e mineral

Segundo Priano (2010) os minerais são importantes para o aproveitamento da energia e do alimento, para a saúde dos tendões, cascos, articulações, musculatura, circulação e respiração. Os minerais orgânicos são muito utilizados em rações de alto desempenho. Esses minerais são combinações de um mineral mais um aminoácido. Ao invés de sua absorção ser de forma natural no organismo ele é absorvido pelo sítio de absorção do aminoácido. Esses minerais orgânicos são prontamente transportados para os tecidos corporais através de carreadores de aminoácidos e peptídeos.

Os minerais são elementos inorgânicos com papel fundamental no metabolismo dos organismos. São importantíssimos na formação do esqueleto, dentes e células sanguíneas. São indispensáveis para muitas atividades bioquímicas do metabolismo normal do corpo. Também têm papéis importantes no equilíbrio dos fluídos dos tecidos do corpo e na circulação de oxigênio na corrente sanguínea, além de essenciais na atividade normal da tireoide e metabolismo muscular (REVISTA RURAL, 2006). Segundo Santos (1997), os animais criados extensivamente dependem principalmente das forrageiras para atender aos seus requisitos minerais.

Rezende (2012) afirma que o sal na dose certa, só com análise das gramíneas. Uma alimentação adequada para os equinos é fator vital para o bom desenvolvimento da criação.

A importância do acompanhamento nutricional e veterinário

Para Gobesso (2007), a importância do oferecimento de suplemento se baseia no fato de os cavalos de trabalho ter grandes perdas de minerais pelo suor, principalmente nas regiões de clima quente e para a contração muscular. Também é fundamental para apoio na regulação da reprodução, para aquelas propriedades que criam seus cavalos de serviço, sendo que o não fornecimento pode prejudicar os

índices de fertilidade do rebanho equino.

As exigências nutricionais são variáveis de acordo com a categoria animal, portanto, as rações devem ser diferenciadas. Um meio econômico para o criador seria a aquisição de uma ração comercial de manutenção (que tem aproximadamente 10-12% de proteína bruta, 1,5% de Ca e 0,8% de P) ou o uso de uma ração básica e complementá-la com um concentrado proteico comercial (C.P.C.) na proporção de 3,5: 1 (para cada 3,5 kg de ração comercial ou básica acrescentar 1 kg de C.P.C.) para as seguintes categorias: potros até 15-18 meses, éguas no terço final da gestação, até o pico da lactação e os adultos em trabalho e/ou preparo de leilão/exposição (CARVALHO et al., 1992).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estresse oxidativo induzido pelo exercício físico pode comprometer a performance atlética de equinos, especialmente por meio de lesões musculares e cardiovasculares. A suplementação com nutrientes antioxidantes, como selênio, zinco e vitamina E, demonstra potencial para atenuar os danos oxidativos, reduzindo a lipoperoxidação e aumentando a capacidade antioxidante do organismo. Entretanto, os efeitos não são uniformes entre diferentes marcadores, indicando a complexidade das interações bioquímicas envolvidas. A adoção de programas individualizados de suplementação, com monitoramento veterinário nutricional, é essencial para preservar a saúde e maximizar o desempenho de equinos atletas.

REFERÊNCIAS

ANTONELLO, T.; ARALDI. **Suplementação mineral em cavalos atletas**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2011/saude/SUPLEMENTA%C3%83%E2%80%A1%C3%83%C6%92O%20MINERAL%20EM%20CAVALOS%20ATLETAS.pdf>>. Acesso em: 7 jul. 2025.

ANTUNES, A. D. **Estresse oxidativo em equinos participantes de prova de enduro de 80 km**. 2013. 64 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2013.

ANTUNES, R. R. **Marcadores de estresse oxidativo, alterações hematológicas e bioquí-**

micas em equinos da raça crioula submetidos a exercício de cavalgada. 2015.

AVELLINI, L.; GOMES, M. S.; LIMA, V. M. F.; et al. Peroxidação lipídica e diminuição das defesas antioxidantes: fatores importantes na patogênese da insuficiência renal crônica e suas complicações. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 12, n. 3, p. 199–206, jul./set. 1999. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/download/7316/8799/9781>>. Acesso em: 10 jul. 2025.

BARBOSA, T. S. et al. Status antioxidante em equinos submetidos a exercício em esteira de alta velocidade e suplementados com vitamina E. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia*, São Paulo, 2022. Disponível em: < <https://www.revistamvez-crmvsp.com.br/index.php/recmvz/article/view/299> >. Acesso em: 07 jul. 2025.

CARVALHO, A. C.; SILVA, J. V. S.; LOPES, J. W. C. et al. Efeitos da ozonioterapia sobre parâmetros hematológicos, bioquímicos e estresse oxidativo de cavalos atletas de vaquejada. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 2023.

CARVALHO, R.T.L.; HADDAD, C.M.; DOMINGUES, J. L. Alimentos e alimentação do cavalo. **Piracicaba: Losito de Carvalho Consultores Associados**, 1992. 130p.

CHIARADIA, E.; AVELINI, L.; RUECA, F.; SPATEMA, A.; PORCIELLO, F.; ANTONIONI, M.T.; GAITI, A. Physical exercise, oxidative stress and muscle damage in racehorses. *Comp. Biochem. Physiol.*, v.B119, p.833-36, 1998.

CORRÊA, K. S. et al. Enzimas musculares e eletrólitos em equinos submetidos a esforço prolongado, suplementados com vitamina E e selênio. *Revista Veterinária e Zootecnia*, Uberaba, v. 17, n. 1, p. 85–93, 2023. Disponível em: <<https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/1227>>. Acesso em: 07 jul. 2025.

DE MOFFARTS, Brieuc; KIRSCHVINK, Nathalie; ART, Tatiana; PINCEMAIL, Joël; LEKEUX, Pierre. Effect of oral antioxidant supplementation on blood antioxidant status in trained Thoroughbred horses. *The Veterinary Journal*, Londres, v. 169, n. 1, p. 65–74. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15683765/> >. Acesso em: 10 jul. 2025.

- DIAS, D. C. R. et al. Efeito da suplementação com vitamina E e selênio sobre parâmetros oxidativos em equinos saltadores. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 3, p. 790–801, 2009. Disponível em: < <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/4793> >. Acesso em: 07 jul. 2025.
- DOMINGOS et al. Efeito da suplementação com vitamina E e selênio sobre o quadro hematológico, enzimas marcadoras de lesão muscular e índice de peroxidação de biomoléculas em equinos submetidos à atividade de salto. **Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science**, v. 10, n. 3, p. 790–801, 2025.
- GOBESSO, A. A. O. Manejo e alimentação de cavalos de lida de gado. *Noticiário Tortuga*. p. 24-25, 2007. Disponível em: < www.noticiariotortuga.com.br >. Acesso em: 14 mar. 2013.
- KOURY, Josely Correa; DONANGELO, Carmen Marcondes. Zinco, estresse oxidativo e atividade física. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 16, n. 4, p. 433–441, out./dez. 2003. Disponível em: < <https://www.scielo.br/rn/a/BhXWBSZLdCG7q8dYF3tcTGm/> >. Acesso em: 10 jul. 2025.
- LATHAM, C. M. et al. Complexed trace mineral supplementation alters antioxidant activities and expression in response to trailer stress in yearling horses in training. **Scientific Reports**, 11(1), 7352, 2021. Disponível em: < <https://doi.org/10.1038/S41598-021-86478-7> >. Acesso em: 07 jul. 2025.
- LEWIS, L. D. **Alimentação e cuidados do cavalo**. 1. ed. São Paulo: Ed. Roca, 1985.
- LUKASKI, H. C. Vitamin and mineral status: effects on physical performance. *Nutrition*, v. 20, n. 7-8, p. 632–644, jul. 2004.
- MACHADO, L. P. **Efeito da suplementação com vitamina E sobre o estresse oxidativo em equinos Árabes**. 2006.
- MININI, R. A. B.; LAPOSY, C. B.; NETO, H. B. et al. Concentrações de ferro, cobre, zinco e manganês em equinos da raça Puro-Sangue Lusitano antes e após exercício. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 33(10), p. 1205-1211, 2013.
- NUTRIÇÃO. Mineralização também é importante para os equinos. **Revista rural**. n.104, 2006.
- PRIMIANO, F. M. Manejo e nutrição do cavalo atleta. **Revista PETFOOD**, 2010.
- RABELO, V. A. et al. Minerais traço e seu impacto na saúde e desempenho de equinos atletas. **Revista Nutritime**, v. 17, n. 6, p. 8890–8903, 2020. Disponível em: < <https://www.nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Artigo-284.pdf> >. Acesso em: 07 jul. 2025.
- REZENDE, A. S. C. A importância do sal mineral na nutrição dos equinos. **Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Pampa**. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: < <http://www.abcpampa.org.br/texto/17/a-importancia-do-sal-mineral-na-nutricao-dos-equinos> >. Acesso em: 14 mar. 2013.
- RIBEIRO, R. et al. Resposta plasmática de colesterol HDL, LDL, VLDL e triglicerídeos em equinos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de óleos. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária**, 2017. Disponível em: < <https://www.researchgate.net/publication/321277794> >. Acesso em: 07 jul. 2025.
- SANTOS, S.A. Recomendações sobre manejo nutricional para equinos criados em pastagens nativas no Pantanal. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1997. 63p. (**EMBRAPA-CPAP. Documentos**, 22).
- SILVA, A. L. et al. Suplementação para equinos – revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 11, n. 6, p. 3810–3819, nov./dez. 2014. Disponível em: < <http://www.nutritime.com.br> >. Acesso em: 8 jul. 2025.
- SILVA, A. T. S.; MENDES, A. B. dos S. et al. Alimentação e nutrição de cavalos atletas: o papel dos antioxidantes. In: **Nutrição e Alimentação Animal**. 2022.
- SJODIN, B.; WESTING, Y.H.; APPLE, F.S. Biochemical mechanisms for Oxygen Free radical formation during exercise. **Sports Med.**, v.10, p.236-254, 1990.
- TEIXEIRA NETO, A. R. **Variáveis fisiológicas e estresse oxidativo de eqüinos durante campeonato de enduro**. 2006.
- WHITE, S. H.; WARREN, L. K. Submaximal exercise training, more than dietary selenium supplementation, improves antioxidant status and ameliorates exercise-induced oxidative damage to skeletal muscle in young equine athletes. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 95, n. 2, p. 657–670, fev. 2017. DOI: 10.2527/jas.2016.1130.

Disponível em: <
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29432539/>>.

Acesso em: 10 jul. 2025.

WILLIAMS, C. A. Suplementação de antioxidantes para cavalos atletas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, supl. especial, p. 145-150, 2010.

YONEZAWA, L. A. et al. Efeito da suplementação com vitamina E sobre os metabolismos oxidativo e cardíaco em equinos submetidos a exercício de alta intensidade. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 1, p. 71–79, 2015. Disponível em: <
<https://doi.org/10.1590/1678-7019>>. Acesso em: 8 jul. 2025.

YONEZAWA, L. A. et al. Metabolismo oxidativo e cardíaco de equinos submetidos a exercício de baixa intensidade antes e após suplementação com antioxidante. **Ciência Rural**, v. 44, n. 6, p. 1060-1065, 2014.