

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA BIOFORTIFICAÇÃO AGRONÔMICA DE
MORANGUEIROS COM SELÊNIO**

Lubia da Silva Teixeira¹.

¹Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/1610936721869054>

RESUMO: A biofortificação agronômica com Se tem se destacado como uma estratégia promissora para aumentar o valor nutricional de alimentos e contribuir para a saúde humana. Neste capítulo, são abordados os principais aspectos fisiológicos da biofortificação de morangueiros com Se, com ênfase nos mecanismos de absorção, transporte e assimilação desse elemento pelas plantas. Discute-se o papel do Se na modulação de processos fisiológicos, como atividade antioxidante, fotossíntese e metabolismo vegetal, destacando seus efeitos benéficos em concentrações adequadas. Além disso, são apresentados os impactos da aplicação de Se sobre o crescimento, a produtividade e a qualidade dos frutos de morango. O capítulo também contextualiza a importância do morango como alimento funcional e o potencial da biofortificação para suprir deficiências de micronutrientes na dieta humana. Por fim, são discutidas perspectivas futuras e desafios relacionados ao uso eficiente e seguro do Se na agricultura. Dessa forma, o trabalho contribui para a compreensão integrada dos efeitos do Se em morangueiros e reforça sua relevância como ferramenta para a promoção da segurança alimentar e nutricional.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança alimentar. Micronutrientes. Qualidade pós-colheita.

**PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF SELENIUM AGRONOMIC BIOFORTIFICATION IN
STRAWBERRIES**

ABSTRACT: Agronomic Se-biofortification has emerged as a promising strategy to enhance the nutritional value of food crops and promote human health. This chapter addresses the main physiological aspects of Se biofortification in strawberry plants, emphasizing the mechanisms involved in the uptake, transport, and assimilation of this element by plants. The role of Se in modulating physiological processes, such as antioxidant activity, photosynthesis, and plant metabolism, is discussed, highlighting its beneficial effects at optimal concentrations. Furthermore, the impacts of Se application on the growth, yield, and quality of strawberry fruits are presented. The chapter also contextualizes the importance of strawberries as a functional food and the potential of biofortification to alleviate micronutrient deficiencies in the human diet. Finally, future perspectives and challenges regarding the efficient and safe use of Se in agriculture are discussed. Thus, this work contributes to an integrated understanding of the effects of Se on strawberry plants and reinforces its relevance as a tool to promote food and nutritional security.

KEYWORDS: Food security. Micronutrients. Postharvest quality.

INTRODUÇÃO

A biofortificação agrônômica tem se consolidado como uma estratégia promissora e economicamente viável para elevar o teor de micronutrientes em culturas alimentares por meio de intervenções no manejo nutricional das plantas (Bashir et al., 2026). Essa abordagem ganha destaque no contexto atual, em que deficiências de micronutrientes ainda representam um desafio global para a segurança alimentar e nutricional, especialmente em populações cuja dieta é predominantemente baseada em alimentos de origem vegetal (Buturi et al., 2021).

Historicamente, os avanços em biofortificação concentraram-se, sobretudo, em culturas básicas, como cereais e leguminosas, devido ao seu papel central na alimentação mundial e pouca atenção foi dada a outras classes de alimentos, como as frutas. Esse cenário evidencia uma lacuna importante, considerando que frutas apresentam elevada aceitação pelo consumidor e são fontes naturais de vitaminas e compostos antioxidantes que desempenham papel relevante na promoção da saúde humana. Além disso, a matriz alimentar das frutas pode favorecer a biodisponibilidade de micronutrientes, potencializando os benefícios da biofortificação (Bashir et al., 2026).

Nesse contexto, o morangueiro (*Fragaria × ananassa* Duch.) destaca-se como uma cultura de interesse estratégico. Trata-se de uma espécie amplamente cultivada e consumida, com elevado valor agregado e reconhecida qualidade nutricional, sendo rica em compostos fenólicos, vitamina C e outros antioxidantes. Essas características tornam o morango um candidato promissor para programas de biofortificação, especialmente voltados ao enriquecimento com micronutrientes essenciais (Huang et al., 2023).

Dentre esses micronutrientes, o selênio (Se) tem recebido atenção crescente devido à sua importância para a saúde humana e ao seu potencial de incorporação em sistemas agrícolas. A aplicação de Se em culturas agrícolas, quando adequadamente manejada, pode contribuir não apenas para o aumento do teor desse elemento nos alimentos, mas também para melhorias no desempenho fisiológico das plantas (Huang et al., 2023; Mimmo et al., 2017). No caso do morangueiro, sistemas de cultivo intensivo, como hidroponia e cultivo protegido, oferecem condições favoráveis para o controle preciso da nutrição mineral, ampliando as possibilidades de sucesso da biofortificação agrônômica (Pourebrahimi et al., 2026).

Dessa forma, a exploração da biofortificação com Se em frutíferas, especialmente no morangueiro, representa uma fronteira relevante de pesquisa. Além de contribuir para a diversificação das estratégias de enriquecimento nutricional de alimentos, essa abordagem pode integrar ganhos agrônômicos e nutricionais, reforçando seu potencial para promover sistemas de produção mais eficientes, sustentáveis e alinhados às demandas por alimentos funcionais (Huang et al., 2023; Pourebrahimi et al., 2026).

Este capítulo aborda a biofortificação agrônômica do morangueiro Se, destacando

sua relevância para a nutrição humana e para a qualidade dos frutos. Serão apresentados também os fundamentos do Se na dieta, os princípios da biofortificação e as principais estratégias de aplicação desse micronutriente na cultura. Além disso, serão discutidos os efeitos fisiológicos do Se nas plantas e seus impactos na produtividade e qualidade dos frutos.

OBJETIVO

Este capítulo tem como objetivo apresentar e discutir os fundamentos e aplicações da biofortificação agronômica com Se na cultura do morangueiro, abordando sua importância para a nutrição humana e para o desempenho fisiológico das plantas. Busca-se integrar conhecimentos sobre a dinâmica do Se no sistema solo-planta, bem como evidenciar os efeitos do Se na produtividade, na qualidade dos frutos e no enriquecimento nutricional, destacando seu potencial como ferramenta para a produção de alimentos mais saudáveis e sustentáveis.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa básica de abordagem qualitativa, com objetivos exploratórios e descritivos, conduzida por meio de procedimentos de pesquisa bibliográfica. A escolha dessa abordagem justifica-se pela necessidade de reunir, analisar e interpretar criticamente o conhecimento científico já disponível acerca dos aspectos fisiológicos da biofortificação agronômica em morangueiros.

A coleta de dados foi realizada a partir do levantamento de artigos científicos, livros e notas técnicas publicados em bases de dados nacionais e internacionais, tais como Web of Science, Scopus, ScienceDirect, PubMed e Google Scholar. Foram utilizados descritores em português e inglês, incluindo combinações como “biofortificação agronômica”, “morangueiro”, “fisiologia vegetal”, “micronutrientes” e “biofortification in strawberry”. Como critérios de inclusão, priorizaram-se estudos publicados em periódicos indexados, com relevância científica, preferencialmente nos últimos 10 anos, sem excluir trabalhos clássicos pertinentes ao tema.

A análise dos dados foi conduzida por meio de leitura crítica e interpretativa do material selecionado, com posterior organização temática das informações, permitindo a síntese dos principais aspectos fisiológicos envolvidos na biofortificação agronômica, bem como a identificação de lacunas de conhecimento e perspectivas futuras de pesquisa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Importância da cultura do morango

O morango destaca-se como uma cultura de elevado valor agregado no mercado agrícola, além de ser rico em nutrientes minerais (Huang et al., 2023). No Brasil, a cultura apresenta significativa relevância no cenário produtivo, ocupando a 14ª posição global em área cultivada, estimada entre 6,0 e 7,0 mil hectares (Antunes et al., 2025). Ademais,

caracteriza-se por expressivo valor econômico e ampla distribuição produtiva, com valor de produção de 672.290 mil reais e volume de 139.508 toneladas, distribuídos em 12.955 estabelecimentos agropecuários, com destaque para o estado de Minas Gerais como principal produtor nacional (IBGE, 2017). A cultura do morango também possui relevante papel social, sendo frequentemente conduzida em pequenas propriedades e associada à agricultura familiar, contribuindo para geração de renda e emprego no meio rural (Castro et al., 2026).

Do ponto de vista nutricional, o morango é amplamente valorizado devido ao seu elevado teor de macro e micronutrientes, incluindo magnésio, fósforo, potássio, manganês, iodo, cobre e ferro, além de apresentar uma das maiores atividades antioxidantes entre as frutas (Mimmo et al., 2017). Essa composição confere ao fruto propriedades nutraceuticas relevantes, associadas à promoção da saúde e à prevenção de doenças.

O elevado valor nutricional, aliado à crescente conscientização dos consumidores sobre seus benefícios à saúde, tem impulsionado o aumento do consumo per capita de morangos em escala global (Pourebrahimi et al., 2026). Além disso, os morangos podem acumular elementos como o Se, evidenciando seu potencial em estratégias de biofortificação (Pourebrahimi et al., 2026). Essa característica reforça o potencial do morango como cultura estratégica em programas de biofortificação com Se.

Selênio na dieta humana

O Se é um elemento-traço essencial para a nutrição humana e animal, desempenhando funções fundamentais na manutenção da homeostase metabólica e no funcionamento adequado dos organismos vivos. Esse micronutriente participa da composição das selenoproteínas, envolvidas principalmente na defesa antioxidante, no metabolismo da tireoide e na regulação de processos fisiológicos essenciais. Apesar de sua importância biológica, a deficiência de Se constitui um problema nutricional global, afetando aproximadamente 1 bilhão de pessoas em diferentes regiões do mundo (Antoniou et al., 2021).

A baixa ingestão de Se está associada ao comprometimento de diversas funções fisiológicas, uma vez que esse elemento atua diretamente na proteção celular contra danos oxidativos e na modulação da resposta imunológica. Dietas deficientes em Se podem favorecer o desenvolvimento de distúrbios relacionados ao estresse oxidativo, incluindo anemia, alterações na função imunológica, doenças cardiovasculares e aumento do risco de desenvolvimento de determinados tipos de câncer (Pourebrahimi et al., 2026). Além disso, a deficiência desse micronutriente tem sido relacionada a desordens específicas, como epilepsia, doença de Keshan e artropatias, evidenciando sua relevância para a saúde humana (Huang et al., 2023).

Embora o Se seja reconhecido como um nutriente essencial para humanos e animais, sua essencialidade para plantas superiores ainda não foi comprovada, sendo considerado um elemento benéfico para o crescimento e desenvolvimento vegetal (Mimmo et al., 2017).

Entretanto, a capacidade das plantas de absorver, acumular e disponibilizar Se em seus tecidos torna os alimentos de origem vegetal uma importante fonte desse elemento na dieta humana. Dessa forma, estratégias que aumentem a concentração de Se em culturas agrícolas têm despertado interesse como alternativa para melhorar a qualidade nutricional dos alimentos e reduzir problemas relacionados à deficiência desse micronutriente (Mimmo et al., 2017; Antoniou et al., 2021).

Apesar dos benefícios associados ao Se, sua faixa entre a concentração adequada e os níveis potencialmente tóxicos é relativamente estreita. Por esse motivo, a ingestão desse elemento deve ser cuidadosamente equilibrada. A Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) recomendam uma ingestão diária de aproximadamente 55 a 200 μg de Se para adultos saudáveis, destacando a importância de uma oferta adequada desse micronutriente na alimentação (Mimmo et al., 2017).

Nesse contexto, os alimentos vegetais representam uma das principais fontes de Se para os seres humanos, especialmente por meio do consumo de frutas, hortaliças e cereais capazes de acumular esse elemento. Entre essas culturas, destaca-se o morangueiro, uma fruta amplamente consumida e com potencial para a biofortificação com Se. Estudos demonstram que os frutos de morango podem acumular concentrações de Se variando de 0 a 12 $\mu\text{g kg}^{-1}$ de massa fresca, evidenciando sua capacidade de contribuir para o aumento da ingestão desse micronutriente pela população (Pourebrahimi et al., 2026).

Biofortificação Agronômica

A biofortificação agronômica consiste no aumento da concentração de elementos minerais de interesse na parte comestível das plantas, como os frutos, por meio da sua incorporação nas práticas de adubação, com o objetivo de promover benefícios à saúde humana (Galić et al., 2021). Trata-se de uma estratégia agrícola eficiente e economicamente viável, capaz de elevar a ingestão de nutrientes essenciais pela população, sendo, portanto, considerada uma área de pesquisa de grande relevância na atualidade (Huang et al., 2023).

No caso do Se, sua adição direta aos alimentos não é uma prática comum, o que torna essencial o aumento do seu teor nos produtos agrícolas por meio de técnicas de biofortificação. Entre os principais métodos utilizados destacam-se o tratamento de sementes (priming), a adubação via solo, a aplicação foliar e a fertirrigação (Loureiro et al., 2018; Pourebrahimi et al., 2026). Cada uma dessas estratégias apresenta particularidades que influenciam sua eficiência, devendo ser selecionadas de acordo com as condições de cultivo, a espécie vegetal e o objetivo da biofortificação.

A adubação via solo, por exemplo, pode apresentar limitações relacionadas à baixa eficiência de aproveitamento dos micronutrientes. Isso ocorre devido à dinâmica desses elementos no solo, que inclui processos como adsorção às partículas minerais e imobilização, reduzindo sua disponibilidade para absorção pelas plantas (Schiavon et al., 2020). Em contrapartida, a aplicação foliar possibilita uma distribuição mais uniforme do

nutriente na superfície das folhas, aumentando o contato com os tecidos e favorecendo sua absorção. Como resultado, essa técnica pode proporcionar respostas mais rápidas e maior eficiência no fornecimento de micronutrientes, especialmente em situações de deficiência nutricional (Niu et al., 2021). Por outro lado, em sistemas hidropônicos, como frequentemente observado no cultivo de morangueiro, a fertirrigação se destaca por permitir um controle rigoroso da composição da solução nutritiva, assegurando a disponibilização contínua do elemento às plantas (Pourebrahimi et al., 2026).

Apesar dos avanços nas estratégias de biofortificação com Se, a produção de alimentos enriquecidos com esse elemento, em níveis adequados e seguros para consumo humano e animal, ainda representa um desafio. Isso se deve, em parte, à estreita faixa entre deficiência e toxicidade desse micronutriente. No entanto, uma vantagem importante da biofortificação agrônômica com Se reside no fato de que o selênio inorgânico absorvido pelas plantas pode ser convertido em formas orgânicas, que apresentam maior biodisponibilidade. Dessa forma, essa abordagem tende a ser mais eficiente e segura quando comparada à suplementação direta na dieta (Antoniou et al., 2021).

Benefícios da biofortificação com selênio para a cultura do morangueiro

A nutrição mineral desempenha papel fundamental no crescimento, desenvolvimento e produtividade do morangueiro, influenciando diretamente o rendimento, o tamanho e a qualidade dos frutos. O manejo adequado da adubação é especialmente relevante em sistemas de cultivo mais intensivos, como vasos e hidroponia, nos quais o equilíbrio nutricional é mais sensível e determinante para o desempenho das plantas. Nesse contexto, a biofortificação com Se tem se destacado como uma estratégia promissora, não apenas para o enriquecimento nutricional dos frutos, mas também para a melhoria do desempenho fisiológico das plantas (Pourebrahimi et al., 2026).

No solo, o Se ocorre predominantemente nas formas de selenato (SeO_4^{2-}) e selenito (SeO_3^{2-}), sendo sua disponibilidade influenciada por fatores como pH, potencial redox e teor de matéria orgânica. Em condições oxidantes, o selenato é a forma mais estável e móvel, enquanto o selenito predomina em ambientes mais redutores, apresentando maior adsorção às partículas do solo e, conseqüentemente, menor disponibilidade para as plantas (Kabata-Pendias, 2011). O Se é absorvido pelas plantas na forma de Se^{2+} , por vias associadas a outros nutrientes. O selenato é absorvido via transportadores de sulfato, enquanto o selenito pode ser absorvido por transportadores de fosfato ou por difusão passiva, dependendo das condições do meio (Lima et al., 2018). Uma vez absorvido, o Se pode ser translocado via xilema e redistribuído na planta, sendo posteriormente assimilado em compostos orgânicos como os aminoácidos selenometionina (SeMet) e selenometilcisteína (MeSeCys), que são transportados via simplasto e acumulados em diferentes tecidos, incluindo os frutos (Pourebrahimi et al., 2026). Estes selenoaminoácidos são essenciais à saúde humana (Rayman, 2012).

Do ponto de vista fisiológico, o Se pode interferir nos processos de transporte iônico,

uma vez que o Se é capaz de alterar a permeabilidade das membranas celulares a cátions, como o Ca^{2+} , influenciando a dinâmica de absorção e redistribuição de nutrientes na planta (Pourebrahimi et al., 2026). Estudos demonstram que a aplicação de Se pode reduzir o acúmulo de Na^+ nas folhas do morangueiro cultivado em condições de estresse salino, além de estimular a atividade de enzimas antioxidantes, contribuindo para a mitigação de danos oxidativos. Adicionalmente, o Se está associado ao aumento da eficiência fotossintética e do crescimento vegetal, bem como a maiores teores de clorofila e carotenoides, indicando melhoria no aparato fotossintético do morangueiro (Pourebrahimi et al., 2026). A aplicação de Se também promove o aumento da concentração de Se em diferentes órgãos da planta, incluindo folhas, raízes e frutos, evidenciando a eficiência da biofortificação agrônômica (Pourebrahimi et al., 2026). Além disso, o Se pode influenciar a absorção e o acúmulo de outros nutrientes minerais, afetando positivamente a composição nutricional e o desenvolvimento das plantas (Huang et al., 2023). Em condições sem estresse, foi observado incremento nos teores de cálcio foliar, elemento essencial para a qualidade e a vida útil pós-colheita dos frutos, bem como elevação no conteúdo de cobre (Pourebrahimi et al., 2026; Huang et al., 2023).

Em termos agrônômicos, evidências indicam que o morangueiro possui elevada capacidade de absorver e acumular Se em seus órgãos sem apresentar sintomas de toxicidade ou prejuízos aos parâmetros vegetativos e reprodutivos, mesmo em concentrações consideráveis nos frutos (Pourebrahimi et al., 2026). Além disso, a biofortificação com Se pode promover melhorias na qualidade sensorial dos frutos, com aumento no teor de sólidos solúveis e no índice de doçura, sugerindo efeitos positivos sobre o sabor (Mimmo et al., 2017).

Dessa forma, a biofortificação com Se no morangueiro apresenta benefícios que vão além do enriquecimento nutricional, abrangendo melhorias fisiológicas, aumento da tolerância a estresses abióticos e aprimoramento da qualidade dos frutos, consolidando-se como uma estratégia promissora para sistemas de produção mais eficientes e sustentáveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A biofortificação agrônômica com selênio no morangueiro demonstra elevado potencial como estratégia integrada para melhorar simultaneamente a qualidade nutricional dos frutos e o desempenho fisiológico das plantas. Os resultados discutidos ao longo do capítulo evidenciam que o Se, quando aplicado de forma adequada, é eficientemente absorvido e distribuído nos tecidos vegetais, sendo convertido em formas orgânicas de maior relevância nutricional para o consumo humano. Além disso, sua atuação na modulação de processos fisiológicos, como o transporte de nutrientes, a atividade antioxidante e a eficiência fotossintética, contribui para o crescimento vegetal e para a qualidade pós-colheita dos frutos.

Do ponto de vista agrônômico, destaca-se a viabilidade da aplicação de Se em sistemas intensivos de cultivo, como a hidroponia, que permitem maior controle nutricional e

favorecem a eficiência da biofortificação. No entanto, ainda persistem desafios relacionados ao manejo adequado das doses e às estreitas margens entre deficiência e toxicidade desse micronutriente. Dessa forma, conclui-se que a biofortificação com Se no morangueiro representa uma abordagem promissora e estratégica, capaz de contribuir para a produção de alimentos funcionais e para a mitigação de deficiências nutricionais na população, desde que conduzida com base em critérios técnicos e científicos bem estabelecidos.

REFERÊNCIAS

- Antoniou, O.; Chrysargyris, A.; Xylia, P.; Tzortzakis, N. Effects of selenium and/or arbuscular mycorrhizal fungal inoculation on strawberry grown in hydroponic trial. *Agronomy*, v. 11, n. 4, p. 721, 2021. DOI: 10.3390/agronomy11040721.
- Antunes, L. E. C.; Bonow, S.; Schwengber, J. E. Morango: produção em constantes mudanças. Anuário HF 2025. *Campo & Negócios*, p. 88, 2025. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1178882/1/Anuario-HF-MORANGO-2025.pdf>. Acesso em: 05 de agosto de 2026.
- Bashir, T.; Rashid, R.; Malik, A. R.; Sundouri, A. S.; Bhat, K. M.; Mir, M. A.; Rehman, M. U.; Masood, M.; Tehleelah. Reframing fruit biofortification for sustainable micronutrient security: from crop innovation to nutritional impact. *Frontiers in Plant Science*, v. 17, p. 1853898, 2026. DOI: 10.3389/fpls.2026.1853898.
- Buturi, C. V.; Mauro, R. P.; Fogliano, V.; Leonardi, C.; Giuffrida, F. Mineral biofortification of vegetables as a tool to improve human diet. *Foods*, v. 10, n. 2, p. 223, 2021. DOI: 10.3390/foods10020223.
- De Castro, B.; Schüller, M.; Ferreira, B. P.; Soares, A. A. B. Caracterização socioeconômica e produtiva do cultivo de morangos por agricultores familiares em Santana do Livramento, RS. *Navus - Revista de Gestão e Tecnologia*, v. 18, p. 1-18, 2026. DOI: 10.22279/navus.v18.2212.
- Galić, L.; Vinković, T.; Ravnjak, B.; Lončarić, Z. Agronomic Biofortification of Significant Cereal Crops with Selenium - A Review. *Agronomy*, v. 11, p. 1015, 2021. DOI: 10.3390/agronomy11051015.
- Huang, S.; Gao, L.; Fu, G.; Du, S.; Wang, Q.; Li, H.; Wan, Y. Interactive effects between zinc and selenium on mineral element accumulation and fruit quality of strawberry. *Agronomy*, v. 13, n. 10, p. 2453, 2023. DOI: 10.3390/agronomy13102453.
- IBGE. *Produção de Morango no Brasil*, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/morango/br>. Acesso em: 05 ago. 2026.
- Kabata-Pendias, A. *Trace Elements in Soils and Plants*. 4. ed. New York: CRC Press, 2011. 520 p.
- Lima, L. W.; Pilon-Smits, E. A. H.; Schiavon, M. Mechanisms of selenium hyperaccumulation in plants: A survey of molecular, biochemical and ecological cues. *BBA - General Subjects*, v. 1862, p. 2343-2353, 2018.

Loureiro, M. P.; Cunha, L. R.; Nastaro, B. T.; Pereira, K. Y. S.; Nepomuceno, M. L. Biofortificação de alimentos: problema ou solução? *Segurança Alimentar e Nutricional*, v. 25, p. 66-84, 2018. DOI: 10.20396/san.v25i2.8652300.

Mimmo, T.; Tiziani, R.; Valentinuzzi, F.; Lucini, L.; Nicoletto, C.; Sambo, P.; Scampicchio, M.; Pii, Y.; Cesco, S. Selenium biofortification in *Fragaria × ananassa*: Implications on strawberry fruits quality, content of bioactive health beneficial compounds and metabolomic profile. *Frontiers in Plant Science*, v. 8, p. 1887, 2017. DOI: 10.3389/fpls.2017.01887.

Niu, J.; Liu, C.; Huang, M.; Liu, K.; Yan, D. Effects of Foliar Fertilization: a Review of Current Status and Future Perspectives. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v. 21, p. 104-118, 2021. DOI: 10.1007/s42729-020-00346-3.

Pourebrahimi, M.; Eshghi, S.; Shirdel, M.; Gruda, N. S. Interactive effects of selenium and fertigation regimes on strawberry performance and biofortification under salinity stress. *Scientific Reports*, v. 16, n. 1, p. 23348, 2026. DOI: 10.1038/s41598-026-58640-6.

Rayman, M. P.; Blundell-Pound, G.; Pastor-Barriuso, R.; Guallar, E.; Steinbrenner, H.; Stranges, S. A randomized trial of selenium supplementation and risk of type-2 diabetes, as assessed by plasma adiponectin. *PLoS One*, v. 7, p. e45269, 2012. DOI: 10.1371/journal.pone.0045269.

Schiavon, M.; Nardi, S.; Dalla Vecchia, F.; Ertani, A. Selenium biofortification in the 21st century: status and challenges for healthy human nutrition. *Plant and Soil*, v. 453, p. 245-270, 2020. DOI: 10.1007/s11104-020-04635-9.