

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

DOI: <https://doi.org/10.35168/2176-896X.UTP.Tuiuti.2025.Vol11.n71.pp151-175>



Nicolli Eduarda Soek
Jackline Chezanoski
Jéssica Alves Nogaroli

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes de rendimento da cultura do morangueiro submetida a várias soluções nutritivas com omissão de nutrientes. O estudo foi realizado na Casa de Vegetação 3 da Universidade Tuiuti do Paraná, em Curitiba – PR. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com 11 tratamentos e 3 repetições, totalizando 33 unidades experimentais. A solução nutritiva completa (T1) foi preparada conforme a sugestão de Hoagland & Arnon (1950). Nas demais soluções nutritivas (T2 a T11), foram omitidos nutrientes específicos da solução completa. Todas as soluções foram preparadas com reagentes PA e água deionizada (de osmose reversa). Durante o experimento, foram controlados os valores de pH (6,0 a 7,0) e condutividade elétrica ($\sim 2,5 \text{ dS m}^{-1}$) das soluções nutritivas. As mudas de morango foram transplantadas em junho de 2022, e a cultivar utilizada foi Albion. Durante o experimento, foram mensurados: (i) produtividade de frutos e flores, (ii) diâmetro, (iii) altura das plantas e (iv) número de trifólios. A produção e a qualidade dos frutos de morango são fortemente influenciadas pelo manejo nutricional adequado, especialmente em relação aos nutrientes boro, magnésio, manganês e zinco. A manutenção de um equilíbrio nutricional é essencial para garantir o crescimento saudável e a produtividade sustentável na cultura do morango.

Palavras-chave: Rendimento. Soluções Nutritivas. Morangueiro. Equilíbrio Nutricional.

Yield components of strawberry crop subject to nutrient omission

Abstract

The objective of this study was to evaluate the yield components of strawberry crops subjected to various nutrient solutions with nutrient omission. The study was conducted in Greenhouse 3 at Tuiuti do Paraná University, in Curitiba, PR. The experimental design was completely randomized (CRD), with 11 treatments and 3 repetitions, totaling 33 experimental units. The complete nutrient solution (T1) was prepared following the suggestion of Hoagland & Arnon (1950). In the other nutrient solutions (T2 to T11), specific nutrients from the complete solution were omitted. All solutions were prepared with PA reagents and deionized water (reverse osmosis). During the experiment, the pH (6.0 to 7.0) and electrical conductivity ($\sim 2.5 \text{ dS m}^{-1}$) values of the nutrient solutions were monitored. The strawberry seedlings were transplanted in June 2022, and the cultivar used was Albion. During the experiment, the following parameters were measured: (i) fruit and flower productivity, (ii) diameter, (iii) plant height, and (iv) number of trifoliates. The production and quality of strawberry fruits are strongly influenced by adequate nutritional management, especially concerning boron, magnesium, manganese, and zinc. Maintaining nutritional balance is essential to ensure healthy growth and sustainable productivity in strawberry cultivation.

Keywords: Yield. Nutrient Solutions. Strawberry. Nutritional Balance.

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

Introdução

O morango atualmente cultivado (*Fragaria x ananassa*) originou-se na Europa, sendo resultado de um cruzamento que produziu frutos de excepcional tamanho e polpa de coloração vermelha. Ele é produzido e apreciado em diversas regiões do mundo devido ao seu aspecto atraente e sabor diferenciado, com mercado garantido nas principais economias mundiais. A importância desse cultivo deve-se à alta rentabilidade em comparação a outras culturas agrícolas, à ampla aceitação pelo mercado consumidor e à diversidade de opções de comercialização (Embrapa, 2018).

O morangueiro é uma angiosperma dicotiledônea pertencente à família Rosaceae, e trata-se de uma planta herbácea. Sua altura varia de 15 a 30 cm, podendo ser rasteira ou ereta, formando touceiras que aumentam de tamanho à medida que a planta envelhece, enquanto os estolhos enraízam e formam novas plantas. Os verdadeiros frutos são os aquênios, aqueles pequenos pontos pretos vulgarmente chamados de sementes, aderidos à epiderme vermelha que recobre a polpa do morango. É uma planta perene, cultivada como anual, principalmente por questões sanitárias e fisiológicas. O morangueiro possui um sistema radicular perene que desenvolve tecidos secundários a partir do câmbio vascular e felogênio, contribuindo para sua natureza perene (Giménez *et al.*, 2008).

Os processos de florescimento e frutificação do morangueiro dependem da interação de uma série de processos fisiológicos internos, altamente influenciados por elementos meteorológicos e fatores ambientais (Alves, 2015). Dentre os diversos fatores ambientais, a temperatura e o comprimento do dia são determinantes no processo de indução floral, e a produtividade e qualidade dos frutos são fortemente influenciadas por esses fatores (Franco *et al.*, 2017). O cultivo do morangueiro em sistemas semi-hidropônicos, realizado em substrato sólido, inerte e poroso, está sendo cada vez mais adotado pelos agricultores por facilitar o manejo. Os substratos devem combinar alta aeração

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

e capacidade de retenção de água, de forma a reduzir a frequência de fertirrigações e minimizar os riscos de estresse hídrico ao longo do ciclo da cultura (Embrapa, 2016).

Outro aspecto importante na cultura do morangueiro é o manejo da adubação, pois a nutrição adequada das plantas garante a qualidade do morango maduro. A fertilidade é necessária para o desenvolvimento da planta, que depende da disponibilidade de macro e micronutrientes. Segundo o trabalho de Duarte Filho *et al.* (1999), até o início da colheita, o morangueiro absorve aproximadamente 37% do nitrogênio, 29% do fósforo e 23% do potássio requeridos durante todo o ciclo. Os nutrientes mais importantes e absorvidos são o cálcio, magnésio e enxofre, o que torna o planejamento e o parcelamento da aplicação de fertilizantes aspectos fundamentais.

Os micronutrientes de maior exigência para o morangueiro são boro, zinco, cobre, ferro, manganês, molibdênio e níquel, que tendem a estar menos disponíveis, mas ainda são absorvidos pela planta. Os efeitos da deficiência nutricional são observados em sintomas visuais, fornecendo informações sobre os nutrientes que mais limitam o crescimento. Dessa forma, a planta pode não se desenvolver plenamente (Malavolta, 2006). Em relação ao pH e à condutividade elétrica das soluções nutritivas, os valores variam conforme a composição química, e vários autores destacam que o morangueiro é muito sensível à salinidade.

A adubação do morangueiro é uma das principais práticas responsáveis pelo aumento da produtividade e qualidade dos frutos (Vignolo *et al.*, 2011). Além da produção em solo, outros sistemas, como o cultivo fora de solo, estão sendo adotados na produção de morango (Fagherazzi *et al.*, 2017). No entanto, esse sistema exige conhecimento específico no manejo da nutrição mineral e da solução nutritiva. Assim, é essencial entender os efeitos da falta de nutrientes minerais sobre o crescimento e desenvolvimento do morangueiro. Informações sobre os sintomas visuais de deficiência nutricional permitem ao produtor optar pela fertilização mais adequada (Silva *et al.*, 2009).

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

Os objetivos deste trabalho foram: (i) avaliar o impacto da omissão de nutrientes (macro e micronutrientes) no crescimento e desenvolvimento do morangueiro, (ii) identificar os nutrientes críticos para o desenvolvimento saudável da cultura do morango e (iii) determinar os componentes de rendimento da cultura do morango em condições de deficiência nutricional.

Fundamentação teórica – Desenvolvimento

Este estudo foi realizado na Casa de Vegetação 3 da Universidade Tuiuti do Paraná, em Curitiba – PR (latitude 25°25'28"S e longitude 49°19'18"W), durante os meses de maio a novembro de 2022. O clima da região é classificado predominantemente como subtropical. O delineamento experimental será inteiramente casualizado (DIC) com 11 tratamentos e 3 repetições, compostos pela solução completa e omissão individual dos nutrientes, totalizando 33 unidades experimentais.

Os tratamentos consistiram em solução nutritiva completa (controle) e solução com elementos faltantes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, manganês, enxofre, zinco, ferro e boro). A solução nutritiva completa (T1) foi realizada conforme sugestão de Hoagland & Arnon (1950). Nas demais soluções nutritivas (T2 ao T11), foram omitidos os nutrientes da solução completa. Todas as soluções foram preparadas com reagentes PA e água deionizada (de osmose reversa). Durante todo o experimento, também foram controlados os valores de pH (6,0 a 7,0) e condutividade elétrica ($\sim 2,5$ dS m⁻¹) das soluções nutritivas. Nas soluções relativas aos tratamentos, as concentrações dos nutrientes foram iguais aos da solução completa, exceto quanto ao nutriente omitido.

O experimento foi conduzido em baldes de 3,6 litros (unidades experimentais), com uma torneira ao fundo do balde para que o excesso de solução nutritiva pudesse ser drenado. Os baldes foram preenchidos com areia, a qual foi lavada com ácido clorídrico (HCl) 3%, peneirada e posteriormente enxaguada com água deionizada (de osmose reversa).

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

Durante o experimento, sempre se mantiveram as soluções de cada vaso com um volume de 500ml. As plantas foram avaliadas por 105 dias por esse sistema e fotografadas semanalmente para registro dos sintomas visuais de deficiência nutricional.

As mudas de morango foram transplantadas em junho de 2022 e a cultivar utilizada foi o Albion. Ele foi avaliado semanalmente em todos os tratamentos, seguidos das repetições, o diâmetro de caule, altura da planta, número de trifólios, número de flores e número de frutos. Os equipamentos como régua e paquímetro digital foram utilizados. A cada sete dias, as avaliações e registros foram realizados.

A análise estatística foi feita conforme o modelo experimental proposto, com o programa estatístico SISVAR versão 5,6, que incluiu a análise de variância. As médias foram comparadas por meio do teste de Teste de Tukey a 5%.

Tabela 1. Valores F e probabilidade dos atributos avaliados no experimento.

Fator de Variação	Diâmetro de Caule (mm)		Altura (cm)		Número de trifólios		Número de flores		Número de frutos	
	F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F
Omissão	4,89	0,0000	15,4	0,0000	10,8	0,0000	4,82	0,0000	2,76	0,0027
Tempo	2,69	0,0007	3,98	0,0000	8,00	0,0000	8,58	0,0000	4,49	0,0000
Omissão x Tempo	1,94	0,0000	1,15	0,2074	0,72	0,9890	1,63	0,0001	0,81	0,9319

Sobre diâmetro de caule da cultura do morango

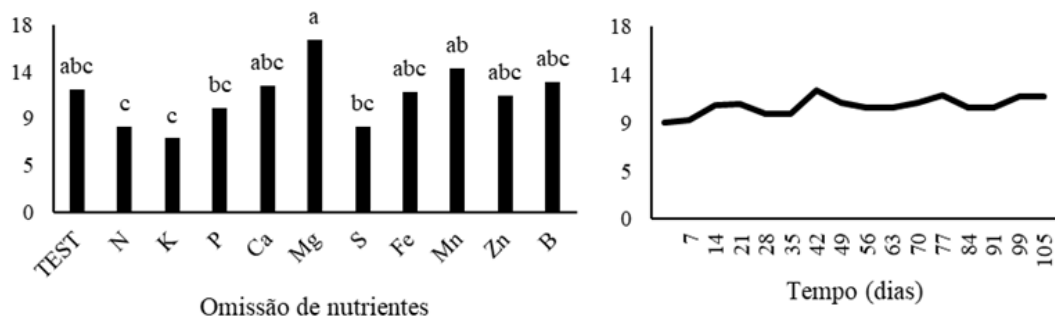
A omissão de magnésio e manganês na cultura do morango resultou em um maior diâmetro de caule (Figura 1). Em contrapartida, os nutrientes cálcio (Ca), ferro (Fe), zinco (Zn) e boro (B) não

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

influenciaram significativamente o diâmetro do caule das plantas. Adicionalmente, observou-se que, aos 42 e 77 dias de desenvolvimento da cultura do morango, houve um aumento no diâmetro do caule, indicando períodos críticos de crescimento e desenvolvimento da planta. A função do Mg no cultivo do morango é requerida para manter a integridade dos ribossomos e a estabilidade estrutural dos ácidos nucleicos e membranas, que influencia o movimento de carboidratos das folhas para outras partes da planta e estimula a captação e o transporte de P na planta (Taiz & Zeiger, 2013).

A terceira aplicação foi realizada no dia 20 de dezembro de 2024 (74 dias após o plantio) no estágio quatro (desenvolvimento dos tubérculos). Esses processos asseguraram condições apropriadas para a análise dos impactos da Turfa Gold no crescimento e na produtividade da batata.

Figura 1. Diâmetro de caule, mm (n = 3), da cultura do morango submetido a omissão de macro e micronutrientes durante 105 dias (sendo a avaliação realizada a cada 7 dias). Test = solução nutritiva completa (SNC); N = SNC sem nitrogênio; P = SNC sem fósforo; K = SNC sem potássio; Ca = SNC sem cálcio; Mg = SNC sem magnésio; S = SNC sem enxofre; Fe = SNC sem ferro; Mn = SNC sem manganês; Zn = SNC sem zinco; e B = SNC sem boro. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Diferença mínima significativa (DMS) para tempo = 7,15.

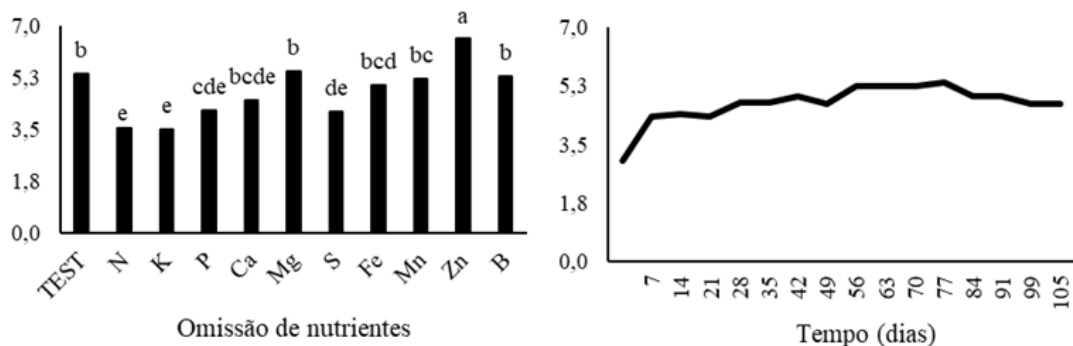


Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

Sobre a altura da cultura do morango

A omissão de zinco na cultura do morango resultou em uma maior altura das plantas (Figura 2). Em contraste, a ausência dos nutrientes magnésio (Mg) e boro (B) não teve impacto significativo na altura do morangueiro. Além disso, foi observado que aos 49 e 77 dias de desenvolvimento, houve um crescimento mais acentuado das plantas. No entanto, após esse período, o crescimento diminuiu, indicando que as plantas estavam entrando em senescência. A omissão de Zn tem influência no crescimento das plantas, devido a esse nutriente ser responsável por um precursor da auxina de crescimento (Villa *et al.*, 2009). Resultados da omissão são semelhantes ao da testemunha, podendo considerar que não alteram o atributo avaliado.

Figura 2. Altura de planta, cm (n = 3), da cultura do morango submetido a omissão de macro e micronutrientes durante 105 dias (sendo a avaliação realizada a cada 7 dias). Test = solução nutritiva completa (SNC); N = SNC sem nitrogênio; P = SNC sem fósforo; K = SNC sem potássio; Ca = SNC sem cálcio; Mg = SNC sem magnésio; S = SNC sem enxofre; Fe = SNC sem ferro; Mn = SNC sem manganês; Zn = SNC sem zinco; e B = SNC sem boro. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Diferença mínima significativa (DMS) para tempo = 4,64.



Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

Sobre o número de trifólios da cultura do morango

A omissão de zinco foi a que mais teve aumento na altura e o número de trifólios na cultura do morango (Figura 3). Os nutrientes cálcio (Ca) e enxofre (S) apresentaram resultados semelhantes ao tratamento testemunha. Também foi observado um aumento no número de trifólios com a omissão de magnésio (Mg), ferro (Fe) e manganês (Mn). Aos 35 e 42 dias, houve um aumento significativo no diâmetro do caule e no número de trifólios. No entanto, a partir de 91 dias, as plantas começaram a morrer. O zinco desempenha várias funções cruciais nas plantas, incluindo a participação em diversas enzimas, a síntese proteica, a produção de hormônios vegetais responsáveis pelo crescimento e a produção de energia. A deficiência de zinco nas plantas pode ser causada por fatores como a presença excessiva de pedras, que reduz a disponibilidade de nutrientes. Os altos níveis de água podem lixiviar o zinco ou causar condições de saturação que limitam sua absorção pelas raízes. Mg e Fe contribuem para a importância de manter a clorofila (Kerbaudy, 2004). Na deficiência de zinco (Zn), as folhas podem apresentar um tamanho reduzido e aspecto retorcido, com margens de aparência enrugada (Taiz & Zeiger, 2013).

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

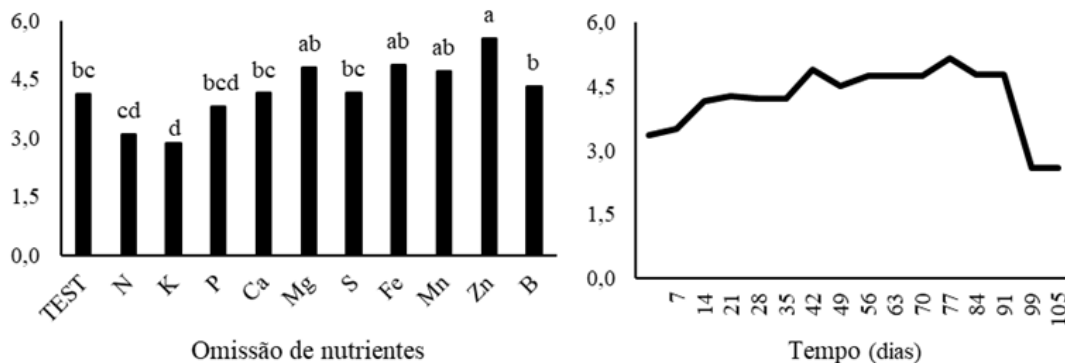
Figura 3. Número de trifolios, (n = 3), da cultura do morango submetido a omissão de macro e micronutrientes durante 105 dias (sendo a avaliação realizada a cada 7 dias). Test = solução nutritiva completa (SNC);

N = SNC sem nitrogênio; P = SNC sem fósforo; K = SNC sem potássio; Ca = SNC sem cálcio;

Mg = SNC sem magnésio; S = SNC sem enxofre; Fe = SNC sem ferro; Mn = SNC sem manganês;

Zn = SNC sem zinco; e B = SNC sem boro. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Diferença mínima significativa (DMS) para tempo = 4,64



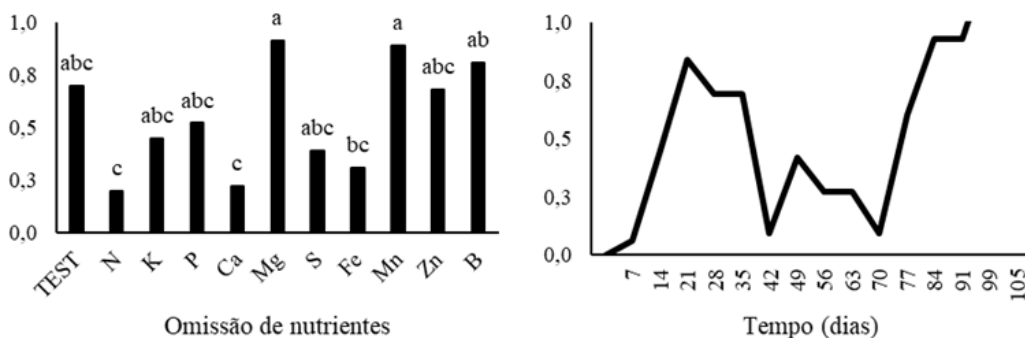
Sobre o número de flores da cultura do morango

A omissão de magnésio (Mg) e manganês (Mn) resultou em um maior número de flores na cultura do morango (Figura 4). No entanto, durante o ciclo de desenvolvimento da planta, ocorreram oscilações na floração. Observou-se que, enquanto o morango cresce e se desenvolve, não há emissão de flores, indicando que o florescimento é influenciado por diferentes fases e condições específicas de crescimento. O manganês (Mn) desempenha funções vitais nas plantas, incluindo a formação de carboidratos, a síntese proteica, a transferência de elétrons e o seu envolvimento

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

na fotossíntese. Já o magnésio (Mg) é crucial para a formação da clorofila, sendo essencial para a produção de amido, açúcar, gordura e proteínas nas plantas. O magnésio também regula a absorção de outros elementos, como o fósforo. Estruturalmente, o magnésio é o núcleo central da molécula de clorofila e forma pectatos que contribuem para a estabilidade das membranas e paredes celulares. Como elemento-ponte, o magnésio ajuda a estabilizar a conformação de proteínas e enzimas, garantindo seu funcionamento adequado (Kerbaudy, 2004).

Figura 4. Número de flores, ($n = 3$), da cultura do morango submetido a omissão de macro e micronutrientes durante 105 dias (sendo a avaliação realizada a cada 7 dias). Test = solução nutritiva completa (SNC); N = SNC sem nitrogênio; P = SNC sem fósforo; K = SNC sem potássio; Ca = SNC sem cálcio; Mg = SNC sem magnésio; S = SNC sem enxofre; Fe = SNC sem ferro; Mn = SNC sem manganês; Zn = SNC sem zinco; e B = SNC sem boro. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Diferença mínima significativa (DMS) para tempo = 0,70.



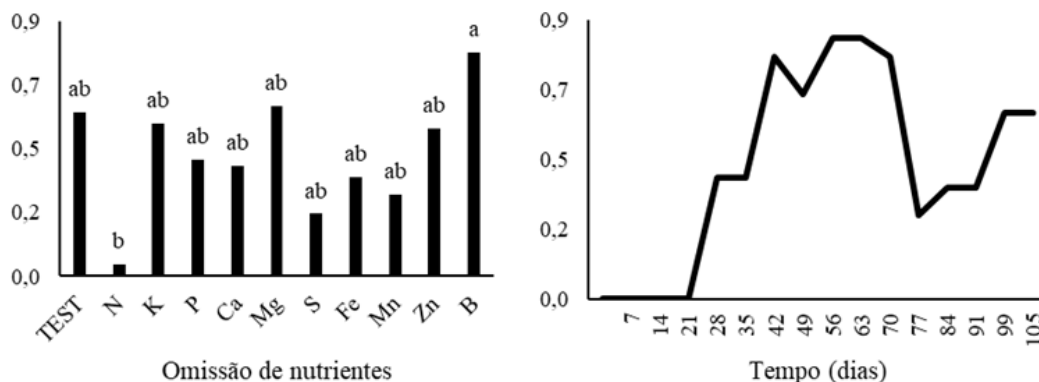
Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

Sobre o número de frutos da cultura do morango

A ausência de boro na cultura do morango induz a floração e o pegamento de frutos, contudo, doses elevadas desse nutriente são tão prejudiciais quanto à sua falta, sendo crucial manter um equilíbrio adequado (Figura 5). Os nutrientes potássio (K), magnésio (Mg) e zinco (Zn) não influenciam significativamente esse processo. Durante os primeiros 21 dias, não há emissão de flores e frutos, devido ao estágio inicial de desenvolvimento das plantas. Aos 70 e 84 dias, observa-se uma paralisação no desenvolvimento, sem produção de flores e frutos, indicando um possível desequilíbrio nutricional, visto as plantas já estarem entrando em senescência. O boro (B) desempenha diversas funções cruciais nas plantas, influenciando a absorção e transporte de açúcares, a síntese de UTP e a formação das paredes celulares. Suas funções estão relacionadas à formação e à estabilização da parede celular, à interface da parede celular com a membrana plasmática e à lignificação e à diferenciação do xilema. A deficiência de boro provoca um “efeito cascata” que resulta em sintomas como o engrossamento das paredes celulares nas células do ápice das raízes, deformações causadas pelo aumento de hemicelulose e pectina e deposição irregular de material da parede e membrana (Kerbaudy, 2004).

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

Figura 5. Número de frutos, (n = 3), da cultura do morango submetido a omissão de macro e micronutrientes durante 105 dias (sendo a avaliação realizada a cada 7 dias). Test = solução nutritiva completa (SNC); N = SNC sem nitrogênio; P = SNC sem fósforo; K = SNC sem potássio; Ca = SNC sem cálcio; Mg = SNC sem magnésio; S = SNC sem enxofre; Fe = SNC sem ferro; Mn = SNC sem manganês; Zn = SNC sem zinco; e B = SNC sem boro. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. Diferença mínima significativa (DMS) para tempo = 0,72.



Sobre as omissões visuais na cultura do morango

Na cultura do morango, a omissão de nutrientes essenciais pode resultar em diversas manifestações visuais que indicam deficiências específicas, os tratamentos realizados no experimento de omissão. Essas omissões afetam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, levando a sintomas que variam desde alterações na coloração das folhas até deformações estruturais. Reconhecer e entender esses sinais visuais é fundamental para a implementação de uma adubação adequada (Pol & Nogaroli, 2020), garantindo a saúde e a produtividade do cultivo de morango.

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

Na omissão de N (nitrogênio), a solução nutritiva T2 afeta o crescimento e reduz parte área das plantas do morangueiro, devido à diminuição da síntese de clorofila. Esse elemento exerce várias funções nas plantas, como constituinte de membranas e proteínas, ácidos nucleicos, hormônios, enzimas e clorofila e sua ausência causa redução do crescimento das plantas e clorose nas folhas (Nava *et al.*, 2018). Os sintomas nas folhas iniciam com amarelecimento, seguido de uma clorose generalizada e, posteriormente, necrose nas bordas (Figura 6). Esse sintoma progride das folhas mais velhas para as folhas mais novas, tendo em vista que o N é um elemento móvel na planta. Em estágio avançado, ocorre a redução de emissão de novas folhas.

Na omissão de P (fósforo) e solução nutritiva T3, observa-se as folhas com coloração verde-escura e bordas vermelhadas e ocorreu também a redução de emissões de folhas novas, os sintomas iniciam pelas folhas mais velhas e progridem para as mais novas (Figura 6). Segundo Pereira *et al.* (2015), a coloração avermelhada da borda das folhas com deficiência de fósforo é decorrente do acúmulo de antocianinas. Os sintomas progridem das folhas velhas para as novas, em decorrência de o P ser um elemento móvel no floema.

Na omissão de K (potássio) e na solução nutritiva T4, apresenta a necrose nas bordas e leve enrugamento das folhas, com uma coloração púrpura a vermelhada, a partir das margens dos folíolos, a qual evolui, envolvendo a metade da superfície do folíolo, formando um triângulo esverdeado, que tem como centro a nervura central (Figura 6). Na ausência de K, observou-se clorose seguida de necrose nas bordas das folhas, conforme caracterizado por Taiz & Zeiger (2013), evoluindo das folhas mais velhas para as mais novas, por conta de o nutriente possuir alta mobilidade no interior da planta.

Na omissão de Ca (cálcio) na solução nutritiva T5, ocorre a mortalidade das gemas, associadas à emissão de novas folhas, interfere na qualidade dos frutos, tornando-os pouco consistentes,

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

comprometendo na formação da parede celular, sintomas esses similares aos observados por Rodas (2008) e Pacheco *et al.* (2006). Observou-se clorose generalizada, seguida de necrose nas bordas das folhas (Figura 7).

Na missão de Mg (magnésio) na solução nutritiva T6, inicialmente observa-se clorose entre as nervuras dos folíolos e posteriormente desenvolvimento da coloração purpura avermelhado e os tamanhos dos frutos reduzidos (Figura 7). O Mg é constituinte da molécula de clorofila e atua na síntese proteica, carregamento do floema, separação e utilização de fotoassimilados (Taiz & Zeiger, 2013). Desse modo, sua ausência pode influenciar negativamente o crescimento da planta.

Na omissão de S (enxofre) na solução nutritiva T7, observa-se uma coloração escura nas suas margens, tamanho desigual dos folíolos da mesma folha, laminas foliares uniformemente amareladas, que ocorre nas folhas jovens. Os sintomas visuais de deficiência de S (Figura 7) consistem em redução no crescimento da parte aérea, levando a um decréscimo na relação parte aérea/raízes de quase duas vezes, redução no tamanho das folhas e clorose acentuada, devido ao menor teor de clorofila (Kerbaui, 2004).

Na omissão de Fe (ferro) na solução nutritiva T8, ocorre a clorose internerval, permanecendo as nervuras mais internas com coloração verde-intensa, reduzindo a produtividade com tamanhos médios de frutos (Figura 8). As nervuras de coloração verde são sintomas típicos da deficiência de Fe em morangueiro (Rodas, 2008; Valentinuzzi *et al.*, 2015).

Na omissão de Mn (manganês) na solução nutritiva T9, observa a cor fosca e verde amarelada dos folíolos de folhas recém-formadas, com nervuras verde escura e margem apresentando pontuações purpura (Figura 8). O sintoma ocorre nas folhas novas, devido ao Mn ser pouco móvel na planta (Hocking *et al.*, 1977).

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

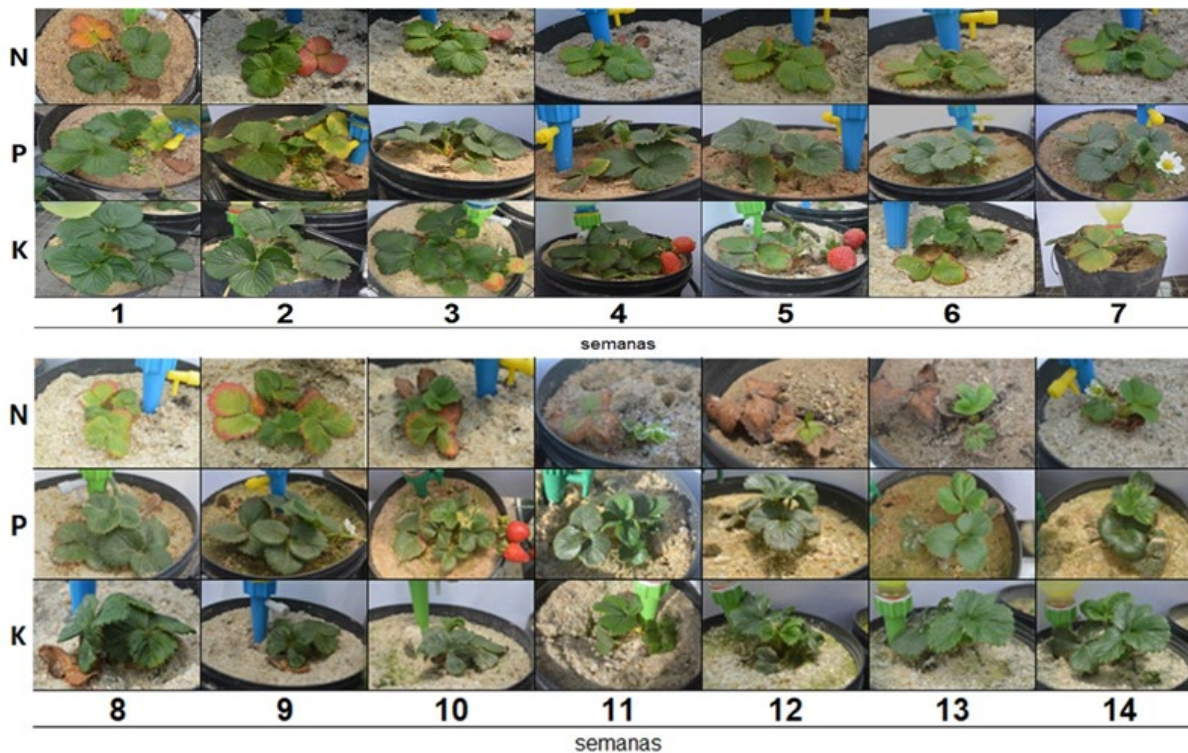
Na omissão de Zn (zinco) na solução nutritiva T10, observou-se a má formação das flores, tamanho dos frutos e número de frutos deformados (Figura 8). A deficiência de Zn pode causar redução no crescimento das plantas, devido a esse nutriente ser responsável pela síntese do triptofano, um precursor da auxina (Villa *et al.*, 2009), hormônio responsável pelo crescimento das plantas (Sartori *et al.*, 2008).

Omissão de B (boro), na solução nutritiva T11, ocorre nas folhas em início de desenvolvimento, necrose nas pontas, retorcimento e clorose nos folíolos, internódios encurtam (Figura 8). A deficiência de B promove rápido endurecimento da parede celular, pois esse elemento forma complexos com carboidratos e controla a disposição de micelas de celulose, o que impede o aumento normal no volume da célula (Malavolta, 2006).

Para um manejo eficiente, é importante acompanhar as fases de desenvolvimento, garantindo a aplicação de nutrientes adequados durante períodos críticos. A gestão da adubação deve considerar análises de solo e foliar para evitar deficiências, que podem causar sintomas visuais como clorose, necrose e deformidades nas folhas e frutos. Assim, a adubação equilibrada, ajustada às necessidades nutricionais específicas da cultura do morango, contribui para maximizar o rendimento e a qualidade dos frutos, tornando-se uma prática indispensável para a produção eficiente e sustentável.

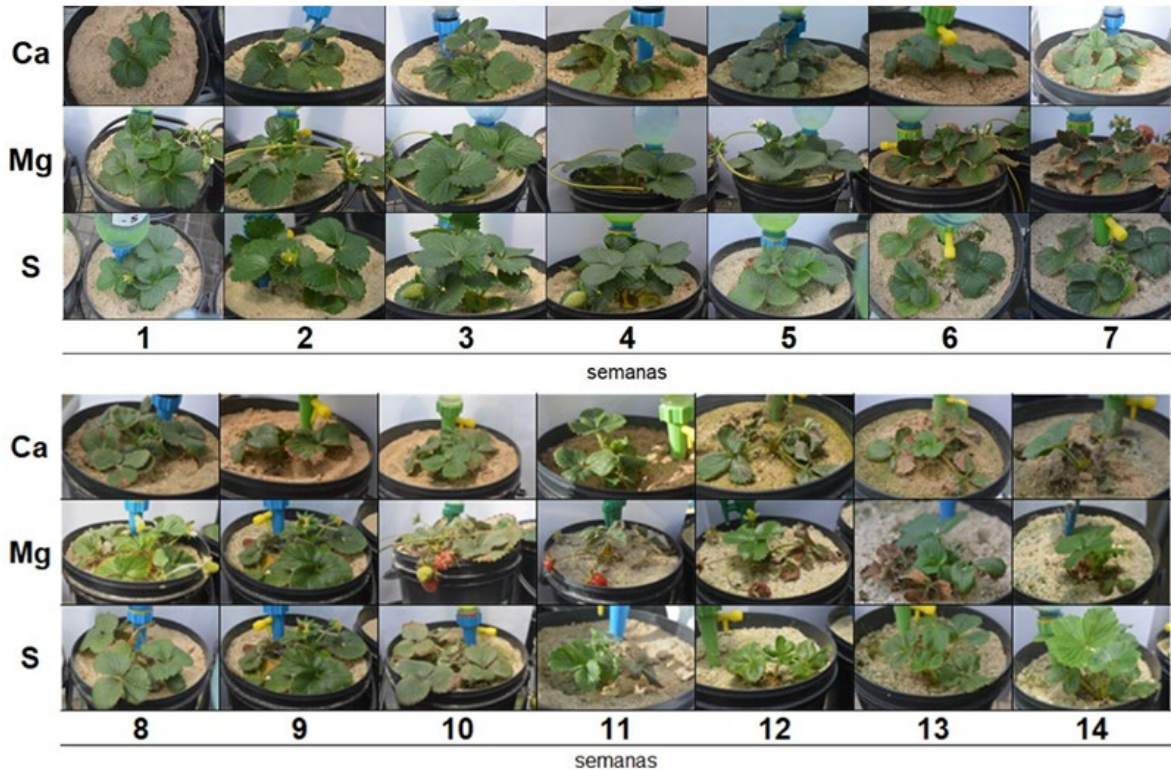
Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

Figura 6. Escala de omissão dos nutrientes N (nitrogênio), P (fosforo), K (potássio) durante 14 semanas de cultivo da cultura do morango.



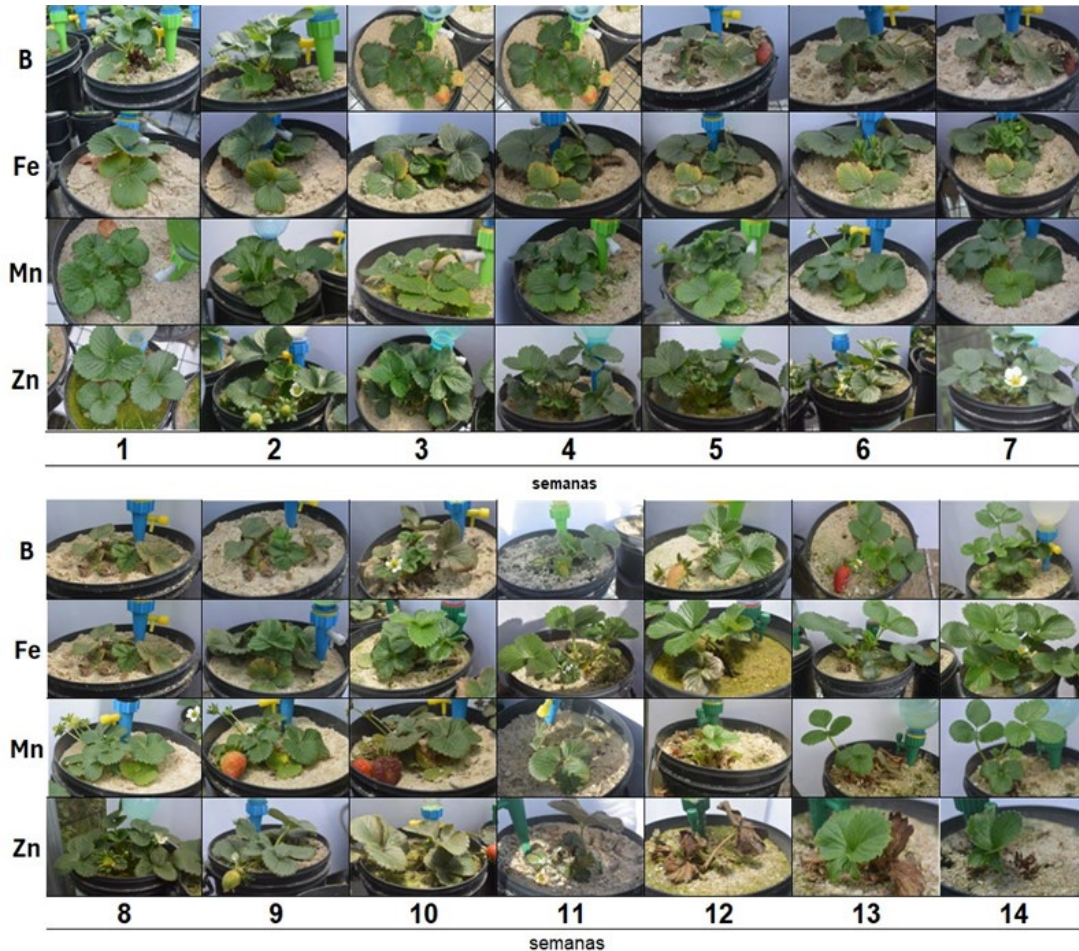
Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

Figura 7. Escala de omissão dos nutrientes Ca (cálcio), Mg (magnésio) e S (enxofre) durante 14 semanas de cultivo da cultura do morango.



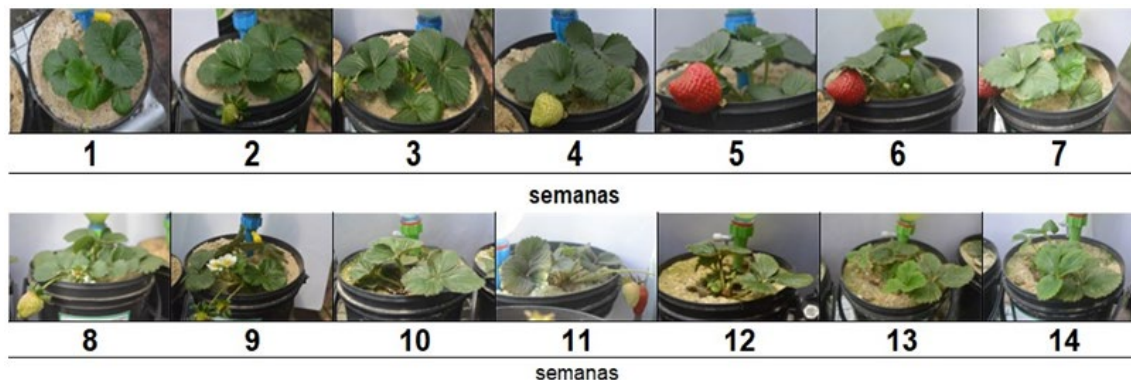
Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

Figura 8. Escala de omissão dos nutrientes B (boro), Fe (ferro), Mn (Manganês) e Zn (zinco) durante 14 semanas de cultivo da cultura do morango.



Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

Figura 9. Escala da solução completa de nutrientes (macro e micronutrientes) durante 14 semanas de cultivo da cultura do morango.



Considerações finais

A omissão de nutrientes na cultura do morango evidencia a importância do equilíbrio nutricional para o desenvolvimento saudável e produtivo das plantas. A gestão adequada da adubação, fundamentada em análises de solo e foliar, é essencial para assegurar uma produção eficiente e sustentável de morangos.

Em conclusão, a ausência de magnésio e manganês na cultura do morango resultou em um aumento significativo no diâmetro do caule, sugerindo que esses nutrientes podem desempenhar um papel importante na regulação do crescimento da planta. A omissão de zinco na cultura do morango resultou em um aumento na altura das plantas e no número de trifólios, enquanto em relação aos demais nutrientes não tiveram impacto significativo, destacando a importância desse nutriente para o crescimento vegetativo. A omissão de magnésio e manganês resultou em um

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

maior número de flores na cultura do morango, embora houvesse oscilações na floração ao longo do ciclo de desenvolvimento, observou-se que o florescimento está ligado a fases específicas de crescimento. A produção e qualidade dos frutos de morango são fortemente influenciadas pelo manejo nutricional adequado, especialmente no que diz respeito ao boro.

Manter um equilíbrio adequado de nutrientes é crucial. A deficiência ou excesso de qualquer nutriente pode levar a problemas no desenvolvimento e produtividade da cultura do morango. Por exemplo, a deficiência de boro causa deformações celulares, enquanto o excesso é igualmente prejudicial. Em períodos críticos, identificar e fornecer nutrientes durante os períodos de crescimento (por exemplo, aos 35, 42, 70 e 84 dias) podem otimizar o desenvolvimento e a frutificação das plantas. Mg e Mn fundamental para a formação da clorofila, produção de amido, açúcar, gordura e proteínas, além de regular a absorção de fósforo, também aumenta o número de flores e trifólios. A omissão de zinco resultou em um aumento na altura das plantas e no número de trifólios, mas também pode levar a sintomas de deficiência como folhas menores e deformadas.

Referências

- Alves, C.M. **Densidade de plantio e conservação pós-colheita de cultivares de morangueiro em sistema de produção fora de solo**. 2015. 85f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.
- Antunes, L.E.C; Junior, C.R; Schwengber, J.E. **Morangueiro**. Embrapa, 2016.
- Duarte Filho, J. *et al.* Aspectos do florescimento e técnicas empregadas objetivando a produção precoce em morangueiros. **Informe Agropecuário**, v.20, p.30- 35, 1999.

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

Embrapa. **Sintomas Visuais de Deficiência Nutricional em Morangueiro**. 2018.

Giménez, G.; Andriolo, J.; Godo, G. Cultivo sem solo do morangueiro. **Ciência Rural**, v.38, n.1, jan./fev, 2008.

Fagherazzi, A.F.; Grimaldi, F.; Kretschmar, A.A.; Molina, A.R.; GONÇALVES, M.A.; Antunes, L. E. C.; Baruzzi, G.; Rufato, L. Strawberry production progress in Brazil. **Acta Horticultura**, n.1156, v.1, p.937-940, 2017.

Franco, E.O; Lima, C.S.M; Nenning, C.R. Crescimento e desenvolvimento de morangueiro ‘san andreas’ em diferentes posicionamentos de slab e densidades de plantio em sistema de cultivo em substrato. **Revista científica eletrônica de agronomia** – issn: 1677-0293, 2017

Hocking, P.J.; Pate, J.S.; Wee, S.C.; McComb, A. J. Manganese nutrition of Lupins spp. especially in relation to developing seeds. **Annals of Botany**, v.41, n.174, p.677-688, 1977.

Kerbaux, Gilberto Barbante. **Fisiologia Vegetal** – Gilberto Barbante Kerbaux, pdf 2004. Nutrição mineral, v.40, 2004.

Malavolta, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.

Nava, G.; Navroski, R.; Benati, J.A; Barreto, C. F. Sintomas de nitrogênio na cultura do morango. UZUM Morango - Sistema especialista para diagnóstico de doenças, pragas e distúrbios fisiológicos em morangueiros. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 283, 21p., 2018.

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

- Pacheco, D.D.; Ribeiro, D.P.; Dias, M.S.C.; Antunes, P.D.; Lima, L.M.S.; Pinho, D.B.; Ruas, L.O.; Moreira, S.A.F.; Souza, F.V.; Almeida Júnior, A.B.; Souza, R.P.D. Sintomas visuais de deficiências minerais em morangueiro cultivado no norte de Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 19., 2006, Cabo Frio. **Palestras e resumos**. Cabo Frio: SBF, 2006.
- Pereira, I.S.; Nava, G.; Picolotto, L.; Vignolo, G.K.; Gonçalves, M.A.; Antunes, L.E.C. Exigência nutricional e adubação da amoreira-preta. **Revista Ciência Agrárias**, v.58, n.1, p.96-104, 2015.
- Pol, C.H.& Nogaroli, J.A. Omissão de nutrientes na cultura da alface (*Lactuca Sativa*). **Tuiuti: Ciência e Cultura**. V.6, n.6, p.68-87, 2020.
- Rodas, C.L. **Deficiências nutricionais no morangueiro**: caracterização de sintomas visuais, produção e nutrição mineral. 2008. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- Sartori, R.H.; Boaretto, A.E.; Villanueva, F.C.A.; Fernandes, H.M. G. Absorção radicular e foliar de Zn e sua redistribuição em laranjeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, p.523-527, 2008.
- Silva, E.; Tanure, L.P.P.; Santos, S.R.; Resende Júnior, P.S. de. Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.4, p.392-397, 2009.
- Taiz, L.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p

Componentes de rendimento da cultura do morango submetido à omissão de nutrientes

- Valentinuzzi, F.; Pii, Y.; Vigani, G.; Lehmann, M.; Cesco, S.; Mimmo, T. Phosphorus and iron deficiencies induce a metabolic reprogramming and affect the exudation traits of the woody plant *Fragaria x ananassa*. **Journal of Experimental Botany**, v.66, n.20, p.6483-6495, 2015.
- Vignolo, G.; Araújo, V.F.; Kunde, R.J.; Silveira, C.A.P.; Antunes, L.E. C. Produção de morangos a partir de fertilizantes alternativos em pré-plantio. **Ciência Rural**, v.41, n.10, 2011.
- Villa, F.; Pasqual, M.; Assis, F.A. de.; Assis, G.A. de.; Zárraga, S.Z.A. Micropropagação de duas espécies frutíferas, em meio de cultura dsd1, modificado com fontes de boro e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.2, p.468-472, 2009.