



Jordana Luisa Broch

**FORMAS DE APLICAÇÃO DE SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS
FOLIARES EM DOIS SISTEMAS DE MANEJO DO MORANGUEIRO**

Dissertação de Mestrado

Cruz Alta - RS, outubro de 2023.



Jordana Luisa Broch

**FORMAS DE APLICAÇÃO DE SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS
FOLIARES EM DOIS SISTEMAS DE MANEJO DO MORANGUEIRO**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural da Universidade de Cruz Alta como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Jana Koefender

Coorientador: Dr. André Schoffel

Cruz Alta, RS, outubro de 2023.

B863f Broch, Jordana Luisa

Formas de aplicação de suplementos nutricionais foliares em dois sistemas de manejo do morangueiro / Jordana Luisa Broch. – 2023.
22 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Cruz Alta / Unicruz, Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural, Cruz Alta, 2023.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Jana Koefender.

Coorientador: Prof^º. Dr^º. André Schoffel.

1. Propriedade rural – Produção de morangos. 2. Cultura do morangueiro.
3. Fragaria. I. Koefender, Jana. II. Schoffel, André. III. Título.

CDU 634.75

Catálogo na fonte: Bibliotecária Eliane Catarina Reck da Rosa CRB-10/2404

Universidade de Cruz Alta - Unicruz
Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão
Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural

**FORMAS DE APLICAÇÃO DE SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS
FOLIARES EM DOIS SISTEMAS DE MANEJO DO MORANGUEIRO**

Elaborado por
Jordana Luisa Broch

Como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre
em Desenvolvimento Rural

Comissão Examinadora:

Prof. ^a Dra. Jana Koefender	_____	UNICRUZ
Dra. Candida Elisa Manfio	_____	EPAGRI SC
Prof. Dr. André Schoffel	_____	UNICRUZ

Cruz Alta, RS, outubro de 2023.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comprimento e massa de fruto de plantas de morangueiro em colheitas sucessivas no cultivo de primeiro ano.	14
Tabela 3 - Número de frutos por planta, comprimento e diâmetro de fruto de plantas de morangueiro em colheitas sucessivas no cultivo de segundo ano.	17

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	5
INTRODUÇÃO GERAL	7
RESUMO	9
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	10
2 METODOLOGIA	11
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	13
Experimento 1 – Transplântio de mudas em março 2022 (mudas do ano)	13
Experimento-2 Mudas transplantadas em 2021 (segundo ano de cultivo)	16
CONCLUSÃO	18
5 REFERÊNCIAS	19

FORMAS DE APLICAÇÃO DE SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS FOLIARES EM DOIS SISTEMAS DE MANEJO DO MORANGUEIRO

Autora: Jordana Luisa Broch

Orientadora: Prof^a. Dra. Jana Koefender

Coorientador: Prof. Dr. André Schoffel

INTRODUÇÃO GERAL

A produção de morango é uma das alternativas para pequenas propriedades rurais, devido a produção ser possível em pequenas áreas e utilizando equipamentos manuais, e por ser uma fruta que possui diversas opções de comercialização e processamento. A produção de morangos vem crescendo em números absurdos, apresentando maior eficiência das plantas e dos sistemas inovadores de produção. A produção média no Brasil é de 30 toneladas ha⁻¹ com área produzida de 4.500 ha⁻¹ e está dividida principalmente entre os estados de Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul, chegando numa produção de 165.440 toneladas ano⁻¹ (Antunes *et al.*, 2020).

O morango pode ser cultivado de diversas formas, na região Sul o cultivo semi-hidropônico é predominante, devido a produção elevada e o fornecimento de toda a nutrição é realizado através da fertirrigação, sendo possível a implantação da cultura em qualquer tipo de solo devido a cultivo ser realização em slabs compostos com substratos (Andriolo *et al.*, 2010).

A cultura do morangueiro requer disponibilidade constante de nutrientes. A utilização de adubos foliares são uma alternativa viável para melhorar as características sensoriais das frutas, melhorando a vida útil, taxa respiratória, reduzindo a suscetibilidade ao ataque de agentes patogênicos e principalmente aumento de produtividade devido a maior qualidade das frutas. Isso atribui qualidade ao morango e melhora os teores de açúcares que são responsáveis pela doçura e sabor das frutas (Figueiredo *et al.*, 2010).

Na literatura, verificamos diversificados estudos com a utilização de nutrientes isolados, porém, poucos são direcionados para a eficiência do uso de fertilizantes foliares, encontrados no mercado, e que possuam em sua composição macronutrientes,

micronutrientes e elementos benéficos que influenciam nas plantas os metabolismos primário e secundário, produtos estes que em sua composição tenham a porcentagem adequada de macronutrientes responsáveis pela redução da taxa respiratória, aumento na firmeza dos frutos e principalmente aumento do tempo de prateleira dos frutos in natura (Andriolo *et al.*, 2010; Taiz & Zieger, 2004). Micronutrientes são fundamentais para o desenvolvimento das partes florais, produção de grãos e sementes, maturação das plantas e síntese de proteínas (Alloway, 2008). E os elementos benéficos promovem maior resistência a ação de fungos, insetos, doenças e capacidade de suportar adversidades climáticas, edáficas e biológicas (Sebben *et al.*, 2019).

Assim, o objetivo geral da presente pesquisa foi: Avaliar o efeito da suplementação nutricional foliar em duas formas de manejo na cultura do morangueiro. E os objetivos específicos foram: Avaliar o efeito isolado e a combinação de produtos de suplementação mineral via foliar sobre a produção e qualidade de morangos; verificar a eficiência dos manejos: transplântio de mudas (primeiro ano de cultivo) e no segundo ano de cultivo sobre a produção do morangueiro; medir o teor °brix dos frutos do morangueiro e análise econômica de produção.

Os resultados da pesquisa serão apresentados a seguir em forma de artigo científico intitulado: Formas de aplicação de suplementos nutricionais foliares em dois sistemas de manejo do morangueiro que será submetido a Revista em Agronegócio e Meio Ambiente.

Formas de aplicação de suplementos nutricionais foliares em dois sistemas de manejo do morangueiro

Methods of application of leaf nutritional supplements in two strawberry management systems

RESUMO: O morango é um fruto muito apreciada devido a sua diversidade de opções de consumo e pode gerar alternativa de renda para pequenos agricultores familiares. Para obtenção de altas produtividades a utilização de fertirrigação em cultivo protegido é fundamental. Ainda, para aumentar a disponibilidade dos nutrientes nas diferentes fases fenológicas a pulverização foliar com macronutrientes, micronutrientes e elementos benéficos pode contribuir de maneira efetiva com incremento de produtividade e na qualidade dos frutos. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a suplementação nutricional via foliar com dois produtos comerciais aplicados individualmente e associados em mudas de primeiro e segundo ano de produção. Os tratamentos constaram da testemunha, aplicação de Sil Matrix, de Xs Tructure e aplicação dos produtos associados Sil Matrix + Xs Tructure em quatro repetições em cada uma das duas estufas agrícolas. Foram avaliados semanalmente o número de frutos por planta, comprimento, diâmetro, massa e °brix de frutos e análise econômica com base o peso dos frutos. Verificou-se que as aplicações dos fertilizantes foliares Sil Matrix e Xs Tructure individualmente e em associação não apresentam melhoria no crescimento, desenvolvimento e qualidade de frutos.

PALAVRAS-CHAVE: *Fragaria x ananassa* Duch. Adubação Foliar. Macronutrientes. Micronutrientes. Elementos Benéficos.

ABSTRACT: Strawberries are a highly appreciated fruit due to their diversity of consumption options and can generate alternative income for small family farmers. To obtain high productivity, the use of fertigation in protected cultivation is essential. Furthermore, to increase the availability of nutrients in the different phenological phases, foliar spraying with macronutrients, micronutrients and beneficial elements can effectively contribute to increasing productivity and fruit quality. The objective of this research was to evaluate foliar nutritional supplementation with two commercial products applied individually and in combination on seedlings in the first and second year of production. The treatments consisted

of the control, application of Sil Matrix, Xs Tructure and application of the associated products Sil Matrix + Xs Tructure in four replications in each of the two agricultural greenhouses. The number of fruits per plant, length, diameter, mass and °brix of fruits and economic analysis based on the weight of the fruits were evaluated weekly. It was found that applications of the foliar fertilizers Sil Matrix and Xs Tructure individually and in combination did not improve the growth, development and quality of fruits.

KEYWORDS: *Fragaria x ananassa* Duch. Foliar Fertilization. Macronutrients. Micronutrients. Beneficial Elements.

1 INTRODUÇÃO

A produção de morangos (*Fragaria x ananassa* Duch.) é considerada uma das mais importantes dentro do setor olerícola. Muito apreciado pelo consumidor da fruta *in natura* por ser pouco calórica e rica em vitaminas C, A, E, B5 e B6 e na forma industrializada como doces, geleias, sorvetes e iogurtes. Os produtores na grande maioria são oriundos de propriedades de pequeno porte, devido a rentabilidade de produção comparada com as culturas tradicionalmente cultivadas e utilizam mão de obra familiar para a execução das boas práticas exigidas pela cultura (Richter *et al.*, 2018; Wurz *et al.*, 2019).

No Rio Grande do Sul a maioria das propriedades realizam o cultivo em ambiente protegido em sistema semi-hidropônico, pois apresenta um ambiente favorável ao crescimento das plantas, reduzindo as variações edafoclimáticas que causam mudanças e até mutações no desenvolvimento vegetal. Este sistema apresenta maior controle da fertilidade e utilização de água, redução da incidência de doenças e pragas, e como ponto principal a ergonomia dos trabalhadores rurais, pois todos os manejos são realizados em pé (Wang *et al.*, 2011; Franco *et al.*, 2017).

Além da fertirrigação, outra estratégia utilizada pelos produtores é a utilização de macro, micronutrientes e elementos benéficos pulverizados sob as folhas. Esta técnica faz com que a distribuição dos nutrientes seja fracionada e suplementada em diferentes fases fenológicas, auxiliando na construção da produtividade, qualidade e pós-colheita dos frutos. A utilização de micronutrientes e macronutrientes que exercem funções importantes é essencial e promove melhorias nos processos de fotossíntese, respiração, estruturação de proteínas, regulação hormonal, fixação de nitrogênio (efeito indireto) e metabolismo de compostos secundários (Taiz & Zeiger, 2004; Silva *et al.*, 2022).

Os macronutrientes Calcio (Ca), potássio (K), nitrogênio (N) são constituintes das células vegetais, aminoácidos, ácidos nucleicos e responsáveis pela formação de carboidratos exercendo papel fundamental na translocação dos assimilados para todas as partes da planta. Além disso, possuem ação estabilizante da firmeza do fruto, redução da taxa respiratória, redução da produção e etileno, mantendo o fruto com qualidade superior mesmo após a colheita durante maior tempo de armazenamento (Andriolo *et al.*, 2010; Taiz & Zieger, 2004).

Dentre os micronutrientes, o zinco (Zn) participa dos processos metabólicos aumentando a taxa fotossintética, teores de clorofila e promove a manutenção da estrutura dos cloroplastos, também é fundamental para o desenvolvimento das partes florais, produção de grãos e sementes, maturação das plantas e síntese de proteínas (Alloway, 2008). Já os elementos benéficos, como o Silício (Si), quando acumulado nos tecidos das plantas promove maior resistência a ação de fungos, insetos, doenças e capacidade de suportar adversidades climáticas, edáficas e biológicas. Isso é obtido devido a associação da sílica na composição da parede celular tornando-a mais espessa e menos acessível as enzimas de degradação. Além disso, melhora os processos metabólicos e a absorção de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio (Sebben *et al.*, 2019).

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a análise econômica e suplementação nutricional via foliar com dois produtos comerciais aplicados individualmente e associados em mudas de primeiro e segundo ano de produção de morangueiro.

2 METODOLOGIA

Os experimentos foram executados em duas propriedades na cidade de Quinze de Novembro/RS, produtoras de morango cultivar San Andreas durante o ano de 2022. O experimento 1 aconteceu em propriedade localizada sob as coordenadas 28° 44 '46.92"S 53° 5'47.79"O com o transplante das mudas no mês de março de 2022. Já o experimento 2 foi conduzido em propriedade localizada sob as coordenadas 28° 44 '43.80 "S 53° 4' 53.31"O e as plantas estavam entrando para o segundo ano de produção, ou seja, foram transplantadas em 2021. O manejo nas duas propriedades foi o mesmo, após o transplante com a utilização de um enraizador “Rooting” para aumentar o enraizamento das plantas, e fertirrigação diariamente, o monitoramento de pragas e doenças foi constante e sempre quando necessário alguma interferência foi realizada com produtos registrados para a cultura.

A coleta de dados diferiu dos experimentos das mudas de primeiro ano para as mudas de segundo ano, devido à época da execução do experimento, foi iniciado pelo experimento 2 por já estarem instalados e produzindo. Quando iniciado o experimento 1 foi cessado o experimento dois. Sendo que o experimento 1 teve início no final de setembro quando as plantas iniciaram sua produção com quantidades suficientes para comercialização, foi realizado ao todo 5 aplicações dos produtos e o experimento 2 foi iniciado no mês de abril, com 9 aplicações ao todo.

Em ambas as propriedades os produtores realizaram as podas de limpeza de folhas senescentes, doentes e hastes sem frutos visando melhorar a incidência de radiação solar para facilitar o controle fitossanitário e para melhorar a eficiência dos suplementos foliares. Para os experimentos foram utilizados os seguintes produtos. Produto 1 – Xs Tructure (Cálcio 5% Nitrogênio 5%; Zinco 3%) na dose 2ml por litro de água e preço de aquisição de R\$ 150,00, Produto 2 – Sil-Matrix (Silício 12%, Potássio 15%) na dose 1,5 ml por litros de água com custo de R\$ 85,00, e na combinação dos produtos 1 e 2 foi utilizado as mesmas doses dos produtos aplicados individuais e na testemunha sem a utilização de adubo foliar.

As aplicações dos tratamentos foram realizadas em 24 plantas para cada tratamento dispostas em linha no sentido da estufa, com 4 repetições. As aplicações ocorreram a cada 15 dias e as doses recomendadas pelos produtos totalizando 5 aplicações no experimento um e 9 aplicações no experimento dois. Em todas as aplicações foi utilizada cobertura plástica no momento da aplicação dos produtos para reduzir os riscos de deriva para os tratamentos vizinhos.

Para as avaliações, foi realizado levantamento amostral em cada experimento. A partir da população total de plantas que recebeu cada tratamento, foram marcadas aleatoriamente 10 plantas com estacas numeradas para realizar as avaliações das variáveis produtivas. As avaliações começaram 1 mês após a primeira aplicação dos tratamentos sempre nas colheitas com intervalos de aproximadamente 7 dias, utilizando como critério de colheita quando o fruto apresentar pelo menos 70% da cor vermelha. No experimento 1 foram realizadas 3 avaliações e no experimento 2 foram realizadas 7 avaliações em colheitas sucessivas durante o ciclo produtivo.

Nestas 10 plantas selecionadas em cada tratamento foram avaliadas em cada colheita: número de frutos no ponto de colheita, diâmetro de fruto, comprimento de fruto, °brix, massa

de frutos e foi feita uma análise econômica da utilização dos produtos. Nas avaliações do número de frutos foram contabilizados todos os frutos da planta. Para as avaliações de diâmetro e comprimento de fruto, foi amostrado aleatoriamente um fruto por planta. Para avaliação do teor °brix foi utilizado um refratômetro e amostrado aleatoriamente com um fruto colhido em cada tratamento e para massa de fruto foi analisado todos os frutos de uma planta, este mesmo dado foi utilizado para analisar o custo-benefício da utilização dos produtos.

Após as avaliações, os dados foram tabulados e calculadas a média das variáveis avaliadas, em cada colheita e a média geral das colheitas. A comparação de médias foi realizada pelo teste t para amostras independentes, com 5% de probabilidade de erro. As análises foram realizadas nos programas Bioestat 5.0 e Microsoft Excel.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Experimento 1 – Transplântio de mudas em março 2022 (mudas do ano).

Não houve diferença significativa para número, diâmetro de frutos, °brix, apresentando médias que variaram de 2,34 mm a 6,36 mm para número de frutos, 26,85 mm até 37,67 mm diâmetro de frutos e 5,25 mm a 7,00 mm para °brix nas colheitas sucessivas avaliadas no cultivo de primeiro ano (Tabela 1). Porém, para o comprimento de frutos e massa de frutos foi observada diferença significativa entre os tratamentos na primeira colheita. O comprimento de frutos foi inferior no tratamento com a aplicação associada de Sil Matrix e Xs Tructure (35,83 mm) enquanto que nos demais tratamentos o comprimento de frutos variou de 39,53 a 41,89 mm, sendo que na testemunha a média observada para a variável foi de 39,39 mm. Este resultado indicou que a associação dos produtos em aplicações durante o ciclo do morangueiro diminuiu o crescimento dos frutos, e pode influenciar negativamente, inclusive, as características visuais no momento da comercialização *in natura* dos frutos.

Os consumidores apreciam frutos de morango principalmente *in natura* que apresentem boa aparência, sem defeitos, com cor e brilho acentuado (Hossain *et al.*, 2016) e sabor que tenha equilíbrio entre a doçura e a acidez (Nunes *et al.*, 2021). Ainda, em relação ao comprimento de frutos, possivelmente a associação dos produtos Sil Matrix + Xs Tructure causou um desbalanço nutricional que afetou o pH do solo e a disponibilidade de nutrientes

(Celiktopuz *et al.*, 2020). O nitrogênio está presente na formação de aminoácidos que em cadeias formam as proteínas, porém, em altas concentrações causa toxicidade e reduz a atividade fisiológica das plantas (Elhanafi *et al.*, 2019). De acordo com Tian *et al.* (2017), altos níveis ou o déficit de potássio causa a inibição ou redução da absorção do nitrogênio e afetam a translocação de solutos no floema.

Tabela 1. Comprimento e massa de fruto de plantas de morangueiro em colheitas sucessivas no cultivo de primeiro ano.

Tratamento	Comprimento do fruto (mm)		
	1 ^a	2 ^a	3 ^a
Testemunha	39.39 (4,77) a	32.93 (4,53) a	36.22 (5,37) a
Xs Tructure	41.89 (8,23) a	45.84 (5,00) a	34.68 (5,19) a
Sil Matrix	39.53 (11,66) a	35.85 (4,08) a	35.31 (4,76) a
Sil Matrix + Xs Tructure	35.83 (12,00) b	34.24 (4,51) a	34.50 (7,06) a
Massa de fruto (grama planta ⁻¹)			
Tratamento	1 ^a	2 ^a	
Testemunha	18.41 (17,88) c	22.75 (12,01) a	
Xs Tructure	27.16 (21,49) a	23.25 (16,27) a	
Sil Matrix	23.25 (22,88) b	18.87 (15,53) a	
Sil Matrix + Xs Tructure	19.70 (15,13) c	20.25 (14,01) a	

*médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste t para amostras independentes, em 5% de probabilidade. Desvio-padrão apresentado entre parênteses.

A cultura do morangueiro tem sua produtividade embasada na qualidade genética das cultivares que será influenciada pela condição ambiental de cultivo e aliada a fatores nutricionais. A dinâmica nutricional pode potencializar ou não o crescimento e desenvolvimento das plantas, com base, principalmente, na disponibilização balanceada dos nutrientes durante o ciclo produtivo, principalmente na fase de floração que é crítica para a construção da produtividade. Sequencialmente, o aporte de nutrientes de maneira balanceada afeta as características produtivas, tais como: tamanho, forma e peso de frutos, sabor, aroma e

coloração. Estes fatores contribuem para a melhoria das características de comercialização, qualidade e valor nutricional (Vignolo *et al.*, 2011).

As características produtivas das espécies agrícolas são limitadas pelo nutriente que apresenta menor concentração no sistema de produção. Porém, o excesso de nutrientes pode inibir a absorção de outros elementos minerais e/ou causar distúrbios metabólicos que afetam a construção da produtividade vegetal. Deste modo, a aplicação isolada dos produtos na aplicação aérea com concentrações de Cálcio (5%) e Nitrogênio (5%); Zinco (3%), Silício (12%) e Potássio (15%) não diferiram significativamente da testemunha, logo a aplicação no cultivo do morangueiro em sistemas de cultivo similares ao da presente pesquisa pode ser desconsiderada do ponto de vista agrônômico e também embasado na teoria da economicidade.

A massa de frutos foi superior na primeira colheita no tratamento com a aplicação do Xs Tructure, diferindo significativamente dos demais. Vale mencionar que a aplicação do Sil Matrix teve resultado intermediário e que a associação de ambos não diferiu estatisticamente da testemunha, o que descredencia o uso simultâneo dos produtos com o intuito de aumentar a massa dos frutos. Na segunda colheita não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém, em valores absolutos, Xs Tructure apresentou o maior valor (23,25 g planta). Apesar da variabilidade entre colheitas e do baixo número de colheitas avaliadas nesta pesquisa, este resultado sugere o potencial do uso isolado deste produto para a obtenção de frutos com massa superior em sistemas de produção estruturados similarmente ao descrito nesta pesquisa. Como o Xs Tructure apresenta cálcio, nitrogênio e zinco em sua constituição, possivelmente houve maior integridade das membranas celulares, maior densidade radicular e conseqüentemente maior produção de fotoassimilados para contribuir com a massa de frutos, considerando a relação fonte-dreno principalmente no período reprodutivo. Além disso, o zinco possui a função importante na fotossíntese, favorece a retenção das flores e participa na constituição de enzimas relacionadas ao desenvolvimento dos frutos (Artyszak *et al.*, 2021; Xiangnan *et al.*, 2023).

Sobre o custo ao adquirir os produtos Sil Matrix e Xs Tructure foram encontrados os seguintes valores R\$ 0,08 e R\$ 0,15 por ml, ou seja, R\$80 e R\$ 150 reais por litro. Em uma área de 100 m² com a aplicação, utiliza-se 6,66 ml de Sil Matrix a um custo de R\$ 0,53 e 5 ml de Xs Tructure a um custo de R\$ 0,75, na associação dos produtos o custo de aplicação foi de R\$ 1,28 a cada 100 m² aplicados. Para as variáveis avaliadas, não se observou resultado recorrente do efeito isolado ou combinado dos produtos nas colheitas sucessivas em plantas no primeiro ano de cultivo.

Experimento-2 Mudas transplantadas em 2021 (segundo ano de cultivo)

Para o °Brix não houve diferença significativa entre os tratamentos nas sete colheitas sucessivas avaliadas apresentando médias que variaram de 4,33 a 7,00 mm (Tabela 3). Para o número, comprimento e diâmetro de frutos foram observadas diferenças significativas entre a segunda e a sétima colheita. De maneira geral, para o número de frutos, nas colheitas sucessivas com diferença significativa, o uso do produto Xs Tructure apresentou melhores médias nas colheitas 2, 3 e 4, porém, não diferindo estatisticamente do uso de Sil Matrix e da associação dos produtos nas colheitas 2 e 3. Este resultado serve como indicativo de que as aplicações foliares resultaram em incremento de frutos colhidos em algumas colheitas, sendo nestas, superior ao manejo do produtor (testemunha).

A suplementação nutricional possui a capacidade de aumentar a disponibilidade dos nutrientes que participam da síntese de aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos, aumentando o rendimento e no peso da produção. Em pesquisa realizada por Hussein *et al.* (2021) com a pulverização de cloreto de cálcio em morangueiros na dose de 2 kg ha⁻¹ aumentou significativamente a produtividade de uma planta em relação aos demais tratamentos, chegando a 168,4 g, e outro no estudo com pulverização de cálcio quelado na concentração de 100 mg L⁻¹, encontraram um aumento significativo no tamanho e peso do fruto, atingindo (18,79 cm³, 12,11 g), respectivamente. Já Preciado-Rangel *et al.* (2020) utilizando a solução nutritiva de NO³-N nas doses de 12 e 15 mol m⁻³ verificaram maior produtividade, número de frutos e firmeza, e na dose de 9 mol m⁻³ os frutos alcançaram maior tamanho. Gariglio *et al.* (2000) verificaram que a aplicação de 53 kg N ha⁻¹ aumentou a produtividade de morango. A resposta foi devida ao aumento do número de frutos, mas não do peso dos frutos.

Na última colheita, o uso de Sil Matrix apresentou maior média para o número de frutos, porém, não diferiu da testemunha. Observou-se que o uso isolado de Xs Tructure e quando presente na associação com Sil Matrix resultou em menor número de frutos. Quando além da fertirrigação juntamente com as aplicações foliares as doses de nitrogênio aumentam o vigor da planta e como consequência atrasa a floração e reduz a qualidade dos frutos (Otto *et al.* 2009). De acordo com Du *et al.* (2017) a aplicação de nitrogênio produziu o maior acúmulo de matéria seca, mas quando utilizado doses elevadas não ocorreu acúmulo proporcional, isso porque o excesso de nitrogênio inibiu a transporte de fotossintatos para o fruto.

Tabela 2. Número de frutos por planta, comprimento e diâmetro de fruto de plantas de morangueiro em colheitas sucessivas no cultivo de segundo ano.

Tratamento	Número de frutos						
	Colheitas sucessivas						
	1	2	3	4	5	6	7
Testemunha	2.89 a	1.78 c	3.11 b	5.06 b	2.63 a	3.50 a	2.58 ab
Xs Tructure	3.61 a	3.05 a	5.09 a	7.30 a	3.57 a	4.00 a	2.28 b
Sil Matrix	5.33 a	2.12 b	4.65 ab	2.89 c	2.77 a	4.18 a	3.22 a
Sil Matrix + Xs Tructure	4.53 a	2.53 ab	4.24 ab	4.99 b	1.92 a	3.26 a	1.72 c

Tratamento	Comprimento de fruto						
	Colheitas sucessivas						
	1	2	3	4	5	6	7
Testemunha	39.63 a	40.46 a	35.05 a	33.86 a	38.75 bc	38.88 a	41.88 a
Xs Tructure	43.45 a	40.86 a	36.12 a	35.60 a	42.88 ab	40.47 a	40.51 a
Sil Matrix	39.05 a	40.49 a	43.80 a	35.79 a	45.20 a	37.87 a	40.61 a
Sil Matrix + Xs Tructure	40.15 a	41.54 a	35.01 a	34.60 a	44.86 ab	37.72 a	36.57 b

Tratamento	Diâmetro de fruto						
	Colheitas sucessivas						
	1	2	3	4	5	6	7
Testemunha	36.47 a	30.66 a	24.19 b	21.12 a	26.79 a	24.80 a	27.86 a
Xs Tructure	32.79 a	30.01 a	22.89 b	21.88 a	28.42 a	27.41 a	28.09 a
Sil Matrix	34.65 a	30.47 a	28.99 a	21.29 a	30.48 a	26.12 a	27.98 a
Sil Matrix + Xs Tructure	36.45 a	29.92 a	23.09 b	22.17 a	27.64 a	25.42 a	27.43 a

*Médias não seguidas por mesma letra, na coluna, diferem pelo teste t para amostras independentes em 5% de probabilidade.

O comprimento de frutos não apresentou diferença significativa nas colheitas 1, 2, 3, 4 e 6. Na quinta colheita a aplicação de Sil Matrix apresentou a melhor média (45,20 mm), mas não diferiu das aplicações de Xs Tructure e da aplicação associada. Na sétima colheita, observou-se redução do comprimento de frutos com a aplicação associada dos produtos. Esta situação possivelmente está atrelada a nutrição, em que vários elementos na mesma composição podem causar inibições, refletindo na redução de tamanho, peso, até em aumento na má formação de frutos.

O diâmetro de frutos apresentou diferença significativa apenas na terceira colheita, em que a aplicação de Sil Matrix apresentou média superior (28,99 mm) em relação a avaliação da testemunha, Xs Tructure e Xs Tructure associada a Sil Matrix. Porém, nas demais colheitas avaliadas não houve diferença significativa, o que indica que para o uso do produto deve ser levado em consideração o custo-benefício, principalmente quando o objetivo é a obtenção de frutos com maior diâmetro.

Ao contabilizar a massa dos frutos durante a execução do experimento (todas as colheitas sucessivas) verificou-se que a testemunha apresentou 1,175 kg planta⁻¹, Sil Matrix 1,178 kg planta⁻¹, Xs Tructure 1,407 kg planta⁻¹ e a associação dos produtos Sil Matrix + Xs Tructure 1,310 kg planta⁻¹. A aplicação de Xs Tructure apresentou maior produção em valores absolutos em relação a associação dos produtos Sil Matrix + Xs Tructure, enquanto que Sil Matrix apresentou a menor massa, inclusive, muito próximo da testemunha. Verifica-se que devido ao baixo custo das aplicações (apresentados anteriormente), o incremento na massa de frutos com o uso de Xs Tructure credencia o seu uso como alternativa de manejo neste sistema de cultivo.

CONCLUSÃO

Nos dois experimentos, verificou-se que as aplicações dos fertilizantes foliares Sil Matrix e Xs Tructure individualmente e em associação não apresentam melhoria sólida no crescimento, desenvolvimento e qualidade de frutos em colheitas sucessivas. Em cultivo de plantas de segundo ano, o uso isolado de Xs Tructure apresenta potencial de incremento na massa de frutos.

5 REFERÊNCIAS

ALLOWAY, B. J. Zinc in soils and plant nutrition. Brussels, Belgium; Paris, France: International Zinc Association (IZA) and IFA **Advances in Bioscience and Biotechnology**, v. 24, n. 6, 2016. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60635-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60635-5).

ANTUNES, L.E.C.; BONOW, S.; JUNIOR, C.R. Morango crescimento constante em área e produção. **Revista Campo e Negócio**, Piracicaba, Anuário HF, v. 37, p.88-92, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/213216/1/Anuario-HF-2020-LEC-Antunes.pdf>.

ANDRIOLO, J. L.; JÄNISCH, D. I.; SCHMITT, O. J.; DAL PICIO, M.; CARDOSO, F. L.; ERPEN, L. Doses de potássio e cálcio no crescimento da planta, na produção e na qualidade de frutas do morangueiro em cultivo sem solo. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 237-242, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000200003>.

ARTYSZAK, A.; GOZDOWSKI, D.; SIUDA, A. Effect of the Application Date of Fertilizer Containing Silicon and Potassium on the Yield and Technological Quality of Sugar Beet Roots. **Plants**, v. 10, p. 370, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10020370>.

CELIKTOPUZ, E.; KAPUR, B.; SARIDAS, M. A.; KARGI, S. P. Response of strawberry fruit and leaf nutrient concentrations to the application of irrigation levels and a biostimulant. **Journal of Plant Nutrition**, v. 44, p. 1-13. 2020 DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1806310>.

DU, Y.; CAO, H.; LIU, S.; GU, X.; CAO, Y. Response of yield, quality, water and nitrogen use efficiency of tomato to different levels of water and nitrogen under drip irrigation in Northwestern China. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 16, p. 1153-1161, 2017. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61371-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61371-0).

ELHANAFI, L.; HOUHOU, M.; RAIS, C.; MANSOURI, I.; ELGHADRAOUI, L.; GRECHE, H. Impact of excessive nitrogen fertilization on the biochemical quality, phenolic

compounds, and antioxidant power of *Sesamum indicum* L. seeds. **Journal of Food Quality**, v. 2019, p. 1-6, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/9428092>.

EMBRAPA. Sistema de Produção de Morango para Mesa na Região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste **Embrapa Uva e Vinho Sistema de Produção**, v. 6, ISSN 1678-8761. Versão Eletrônica, 2005.

FRANCO, E. O.; ULIANA, C.; LIMA, C. S. M. Características físicas e químicas de morango ‘San Andreas’ submetido a diferentes posicionamentos de slab, densidades de plantio e meses de avaliação. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 18, n. 2, p. 106-114. 2017. Disponível em <https://www.redalyc.org/journal/813/81353563007/html/>. Acesso em: 31 out. 2023.

FIGUEIREDO, F. C.; BOTREL, P. P.; TEIXEIRA, C. P.; PETRAZZINI, L. L.; LOCARNO, M.; CARVALHO, J. G. Pulverização foliar e fertirrigação com silício nos atributos físico-químicos de qualidade e índices de coloração do morango. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34 n. 5, p. 1306–1311. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000500032>.

GARIGLIO, N. F.; PILATTI, R. A.; BALDI, B. L. Using nitrogen balanced to calculate fertilization in strawberries. **HortTechnology**, v. 10, p. 147-150, 2000. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.10.1.147>.

HOSSAIN, A.; BEGUM, P.; ZANNAT, M.S; RAHMAN, M.H.; AHSAN, M.; ISLAM, S.N. Nutrient Composition of Strawberry Genotypes Cultivated in a **Horticulture Farm**. **Food Chemistry**, v. 199, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.056>.

HUSSEIN, S.ALI.; AL-DOORI M. F. The Effect of Spraying With Calcium, Boron and Benzyl Adenine on The Quantity and Quality of Yield for Strawberry Plants (*Fragaria Ananassa* Duch) CV. Rubygem. **Fourth International Conference for Agricultural and Sustainability Sciences**, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science v. 910, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/910/1/012066>.

NUNES, G.; NOVELLO, D. Morango (*Fragaria X Ananassa* Duch.): Produtividade, Composição Química, Nutricional E Sensorial. **Revista Valore**, v. 6, e6002, 2021 DOI: <https://doi.org/10.22408/rev602021279e-6002>.

OTTO, R. F.; MORAKAMI, R.K.; REGHIN, M.Y.; CAÍRES, E.F. Cultivares de morango de dia neutro: produção em função de doses de nitrogênio durante o verão Comunicação Científica **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362009000200017>.

PACHOLCZAK, A.; SZYDLO, W. Effect of ammonium zinc acetate on rooting of stem cuttings in *Physocarpus opulifolius*. **Ann Warsaw Univ. Life Sciences – SGGW Horticulture Landscape Architecture**, v. 29, p. 59-64, 2008.

PRECIADO-RANGEL, P.; TROYO-DIÉGUEZ, E.; VALDEZ-AGUILAR, L. A.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, J. L.; LUNA-ORTEGA, J. G. Interactive Effects of the Potassium and Nitrogen Relationship on Yield and Quality of Strawberry Grown Under Soilless Conditions. **Plants**, v. 9, p. 441, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9040441>.

SEBBEN, M. F.; POMARI-FERNANDES, A.; FERNANDES, A. C. P.; MARCHIORO, S. T. Mortalidade de *Spodoptera frugiperda* em Tratamentos com Microrganismos Eficientes e Silício. **Cadernos de Agroecologia**, v. 14, n. 1, 2019. Disponível em <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/2614/2300>. Acesso em 31 out de 2023.

SILVA, D. C. O.; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; MELO, V. F.; SILVA, A. J.; ALVES, L. do N.; CARVALHO, L. B. Teores foliares de macro e micronutrientes em cultivares de abacaxizeiro submetidas à adubação foliar. **Iheringia, Série Botânica.**, v. 77, p. 1-11, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21826/2446-82312022v77e2022027>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TIAN, G.; WANG, F.; PENG, L.; HE, L.; JIANG, Y. M.; GE, S. F. Effects of different potassium levels on growth and NO₃⁻ uptake and utilization of *Malus hupehensis* seedlings. **The journal of applied ecology**, v. 28 n. 7, p. 2254–2260, 2017. DOI: <https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.201707.009>.

VIGNOLO, G. K.; 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, p. 1755–1761, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011001000013>.

WANG, Y; FREI, M. Stressed food – The impact of abiotic environmental stresses on crop quality. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 141, p. 271-286, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.017>.

WURZ, A. D.; DUBIELA, R. C.; NUNES, H. F. Perfil Socioeconômico de Produtores De Morango no Município de Canoinhas – Santa Catarina. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 3, p. 13-27, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30945/rcr-v21i3.2721>.

XIANGNAN, X.; GUOYUAN, Z., YANMEI, L.; YANXIN, S.; FULAI, L.; Silicon application improves strawberry plant antioxidation ability and fruit nutrition under both full and deficit irrigation, **Scientia Horticulturae**, v. 309, p. 1-11, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111684>.