UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

ÁREA DO CONHECIMENTO CIÊNCIAS DA VIDA

CURSO DE AGRONOMIA

EDU GUSTAVO ANDREAZZA

INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE MORANGUEIRO CULTIVAR *SAN ANDREAS* NA SERRA GAÚCHA

CAXIAS DO SUL

2022

EDU GUSTAVO ANDREAZZA

INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE MORANGUEIRO CULTIVAR *SAN ANDREAS* NA SERRA GAÚCHA

Artigo apresentado como requisito para a obtenção do Grau de Engenheiro Agrônomo da Universidade de Caxias do Sul. Área de atuação: fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr.. Gabriel Fernandes Pauletti.

Aprovado (a) em: ...../...../.....

CAXIAS DO SUL

2022

EDU GUSTAVO ANDREAZZA

INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE MORANGUEIRO CULTIVAR *SAN ANDREAS* NA SERRA GAÚCHA

Artigo apresentado como requisito para a obtenção do Grau de Engenheira Agrônoma da Universidade de Caxias do Sul. Área de atuação: fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Fernandes Pauletti.

Aprovado (a) em: ...../...../.....

_____

Prof. Dr. Gabriel Fernandes Pauletti – Orientador

Universidade de Caxias do Sul

_____

Prof. (a) Dra. Carine Cocco

Universidade de Caxias do Sul

_____

Prof. º MSc. Henrique Cunha Corrêa

Universidade de Caxias do Sul

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pela vida, pela saúde e pela fé, por me dar forças para seguir em frente e nunca desistir dos meus sonhos.

Aos meus pais Evandro Leonardo Andreazza e Marines Ferrazza Andreazza e a minha irmã, Débora Milena Andreazza, pelo total apoio e incentivo aos estudos.

Ao Sr. Darci Lumertz colaborador da propriedade e responsável pela lavoura, pelo auxílio prático à campo durante a execução do experimento de campo.

Ao Sr. Juarez Bossardi, técnico em irrigação na empresa Agrimar, pelos emissores fornecidos para a realização do trabalho.

Ao meu orientador, professor Gabriel Fernandes Pauletti, por todos os seus ensinamentos, troca de conhecimentos e experiências, por toda a dedicação e auxílio no desenvolvimento do trabalho.

INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE NEBULIZAÇÃO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE MORANGUEIRO CULTIVAR *SAN ANDREAS* NA SERRA GAÚCHA

Edu Gustavo Andreazza[1]

Gabriel Fernandes Pauletti[2]

Resumo: Cada vez mais o cultivo do morango vem crescendo na região da Serra Gaúcha, por ser uma região com temperaturas mais amenas no verão. Muitos produtores investem na cultura, para de certa forma ampliar o período produtivo comparado com as regiões mais quentes, alcançando um maior valor de mercado. Assim mesmo, o mês de janeiro nessa região apresenta elevadas temperaturas, acarretando perdas na produção. Para obtenção de melhores produtividades os produtores buscam novidades tecnológicas como ferramentas para uma agricultura mais precisa. Este projeto retrata a utilização de nebulização na cultura do morangueiro, procurando por melhores resultados na produtividade e melhorando aspctos climaticos dentro da estufa. Foram avaliados dois ambientes: com e sem nebulização, na safra 2021/2022, totalizando 250 m², com 48 plantas avaliadas por parcela, totalizando 96 plantas avaliadas, sendo as avaliações do ambiente e produtivas realizadas entre os dias 14 e 22 de março de 2022. Foramavaliados elementos climáticos em ambiente com e sem nebulização, parâmetros produtivos destacando produção total de frutos (PTF), produção de frutos comerciais (PFC), produção de fruto indústria (PFI) e massa média de frutos. Para parâmetros qualitativos ressalta-se o teor de sólidos solúveis, acidez titulável, compostos fenólicos, antocianinas e flavonoides e, por fim, testaou-se um sistema de acionamento automático da nebulização. Para avaliação estatística foi utilizado análise de variância (ANOVA). s Observou-se diferenças entre os tratamentos, com maior produção total de frutos (PTF) e de indústria (PFI) no ambiente nebulizado, além de efeito na qualidade do fruto. Foi observado também, com relação a produção de flavonoides, que este foi menor no sistema com nebulização.

Palavras-chave: Fragaria x ananassa, Resfriamento adiabático evaporativo, parâmetros de produção.

INFLUENCE OF THE USE OF MISTIZING SYSTEM ON PRODUCTIVITY AND QUALITY OF STRAWBERRY FRUITS CULTIVAR *SAN ANDREAS* IN SERRA GAÚCHA

Abstract: Increasingly, strawberry cultivation has been growing in the Serra Gaúcha region, as it is a region with milder temperatures in the summer. Many producers invest in the culture to, in a way, extend the productive period compared to the warmer regions, reaching a great market value. Also, the month of January presents high temperatures, causing losses in production. To obtain better productivity, producers seek technological innovations as tools for more precise agriculture. This project portrays the use of misting in the strawberry crop in the San Andreas cultivar, in protected cultivation, using small particles of water to reduce the temperature of the

[1] Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade de Caxias do Sul. Email: egandreazza@ucs.br.

[2] Professor Dr. Orientador da Disciplina de TCC II da Universidade de Caxias do Sul, localizada na Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – Bairro Petrópolis – CEP 95070-560. Email: gfpaulet@ucs.br

internal environment of the greenhouse. For this study, two environments were evaluated: with and without mist, for the 2021/2022 crop, totaling 250 m², with 48 plants evaluated per plot, totaling 96 plants evaluated, with environmental and productive evaluations carried out between days 14 and March 22, 2022. In this project, climatic elements will be evaluated in plants with and without nebulization, production parameters highlighting total fruit production (TPF), commercial fruit production (PFC), industrial fruit production (PFI) and average fruit mass and for qualitative parameters, soluble solids content, titratable acidity, phenolic compounds, anthocyanins, and flavonoids stand out and, finally, test an automatic system for nebulization. For statistical evaluation, analysis of variance (ANOVA) was used. In the 2021/2022 harvest, differences were observed between treatments, with higher total fruit (TPF) and industry (PFI) production in the nebulized environment, in addition to an effect on fruit quality. It was also observed, in relation to the production of flavonoids, that it was lower in the system with nebulization.

Keywords: Fragariae x pineapple, evaporative adiabatic cooling, production parameters.

1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de morangos vem crescendo em números absolutos, passando de 7.879.108 t (2013) para 12.106.585 t (2019), representando um crescimento de 46 % nos últimos seis anos, tendo a área total plantada um aumentado de 41 %, passando de 369.569 ha para 522.527 ha cultivados, com destaque para os EUA, Espanha e Turquia (ANTUNES; BONOW, 2021).

Segundo dados disponibilizados pela FAO (2020), a América do Sul foi responsável pela produção de 312.766 t de morango em 11.479 ha na última safra. Atualmente, o Brasil é considerado o maior produtor de morangos da América do Sul e 17º produtor mundial. O aíspossui uma área cultivada estimada de 5.200 ha, e produção anual de 200.000 t, sendo os estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul os maiores produtores nacionais, com 2.800 ha, 650 ha e 552 ha cultivados, respectivamente. Cerca de 90% da produção nacional é destinada ao mercado interno e consumo da fruta *in natura* (ANTUNES; BONOW, 2021).

No Estado do Rio Grande do Sul, o Vale do Rio Caí é o principal produtor de morangos de mesa, com destaque também para os municípios de Caxias do Sul e Farroupilha, na região da Serra Gaúcha. Por outro lado Pelotas, e municípios vizinhos, se destacam na produção de morango-indústria (EMBRAPA, 2016).

A escolha da cultivar utilizada em cada região é fator determinante para que se obtenha êxito no cultivo, sendo importante considerar o sistema que será utilizado, adaptação ao clima e características de fruto. Deve-se também levar em consideração que as cultivares são classificadas em cultivares de dia curto e dia neutro (SCHWENGBER et al., 2010).

As cultivares de dia curto são dependentes da temperatura e do fotoperíodo (menor que 14 h), necessitando condições especiais para que entrem na fase reprodutiva, enquanto que as

cultivares de dia neutro são insensíveis aos estímulos do fotoperíodo, sendo a temperatura a responsável pela indução floral. Temperatura essa que precisa ficar na faixa de 18 a 25 gruas celcius para tem um otimo florecimento (DIAZ 1996). No Brasil, a produção de morangos é dominada pelo uso de cultivares de dia curto (STRASSBURGER et al., 2010).

Dentre as cultivares de consumo de mesa, com grande importância na Região Sul do País, pode-se citar: Oso Grande, Camarosa, Monterey, Albión, Portola, Campinas e San Andreas (ANTUNES, 2009).

A cultivar San Andreas é de grande destaque no mercado por possuir um grande calibre de fruto homogêneo ao longo da temporada. Possui um tamanho de planta mediano, rápido crescimento vegetativo e, quando plantado em temperaturas muito baixas, apresenta um excessivo vigor e um longo período vegetativo. Por ser uma cultivar mais rústica, possui baixa suscetibilidade a doenças, principalmente Oídio, sendo indicada para utilização sob cultivo protegido, pois apresenta uma elevada produtividade no cultivo fora de solo (REYES; ZSCHAU, 2012; GONÇALVES et al., 2016).

Na região da serra gaúcha com temperatura mais amenas no verão, cultivares de dia neutro se sobressaem, pois são cultivares insensíveis ao foto período, com isso emitem floração e produção de frutos. Ressaltando sempre que a temperatura durante o dia precisa estar abaixo de 28ºC. (ANTUNES; REISSER; SCHWENGBER, 2016).

Os principais fatores climáticos capazes de influenciar diretamente na produção do morangueiro são as temperaturas e as horas de frio, as quais são necessárias à planta para seu desenvolvimento. As principais perdas por estresse são provocadas pelas altas temperaturas e radiação solar, especialmente para os cultivares de dia curto (PALENCIA et al., 2013).

Para cada fase de desenvolvimento do morangueiro existem temperaturas ótimas e críticas. Em geral, temperaturas acima de 10 °C e comprimento do dia maior ou igual 12 h, a planta tende a vegetar com aumento da produção de estolhos, temperaturas abaixo de 20 °C favorecem o desenvolvimento floral, em torno de 25 °C inibem a diferenciação floral e acima de 32 °C podem causar o abortamento floral (RONQUE, 1998).

Para Wang e Camp (2000), a faixa de temperatura ideal para morangueiro durante o período vegetativo é de 25/12 °C para o período diurno e noturno, para a produção de frutos e crescimento das raízes é de 18/12 °C, enquanto para a parte aérea a temperatura ideal é 25/12 °C, respectivamente.

Uma técnica que vem sendo utilizada em diversos ambientes e principalmente em ambientes de criação intensiva de aves, suínos e bovinos para promover um ambiente com temperaturas adequadas, é a técnica do resfriamento evaporativo do ar. Esta técnica envolve

modificações no microclima, possibilitando a manipulação da troca de ar dentro da estrutura durante todo o ciclo de criação, podendo ser aplicada a sistemas protegidos de cultivo para manutenção de temperatura, tornando-a ideal para cada cultura (COSTA, 2001; FURLAN, 2001; MONTEIRO et al., 2000).

Quando a água evapora de uma superfície, essa superfície resfria-se porque a água requer calor para mudar do estado líquido para o de vapor. Cada grama de água evaporada retira 590 calorias em forma de calor sensível. Conforme o ar entra em contato com a água, esse a absorve, sendo a quantidade de água absorvida dependente da quantidade de água existente no ar. À medida que a vaporização ocorre, o ar e a água resfriam-se e o processo continua até que o ar esteja saturado (ABREU; ABREU; MAZZUCO, 1999). Aqui colocar que não existem na literatura resultados de pesquisa sobre isso com morangueiro

O presente trabalho visou avaliar a utilização do sistema de nebulização, sobre a produção e parâmetros de qualidade dos morangos da cultivar San Andreas, sob cultivo protegido.

2 METODOLOGIA

2.1 ESTRUTURA PRODUTIVA E EQUIPAMENTOS

O experimento foi realizado na propriedade do produtor Evandro Leonardo Andreazza, localidade de Santa Lúcia do Piaí, distrito de Caxias do Sul, RS, situado sob as coordenadas geográficas 29°13'26.76"S e 51°00'31.99"O e altitude de 813 m. O Clima da região segundo a classificação de Koeppen é do tipo Cfb, temperado, sem períodos de seca e verão agradável, com temperatura média anual de 17 °C e precipitação média anual de 1.946 mm (WREGE et al., 2011).

A instalação da estufa se deu no primeiro trimestre de 2021, sendo sua estrutura de madeira do tipo túnel alto, de dimensões superficiais de 50 m x 5 m e pé direito de 2,10 m. A sustentação dos slabs de substrato se deu através de quatro bancadas divididas entre a largura da estufas, com corredores de 80 centimentro entre si que facilitam o manejo. Para a estrutura de cobertura foi utilizado arcos de ferro galvanizado, filme plástico 150 micras e localizada com orientação norte-sul.

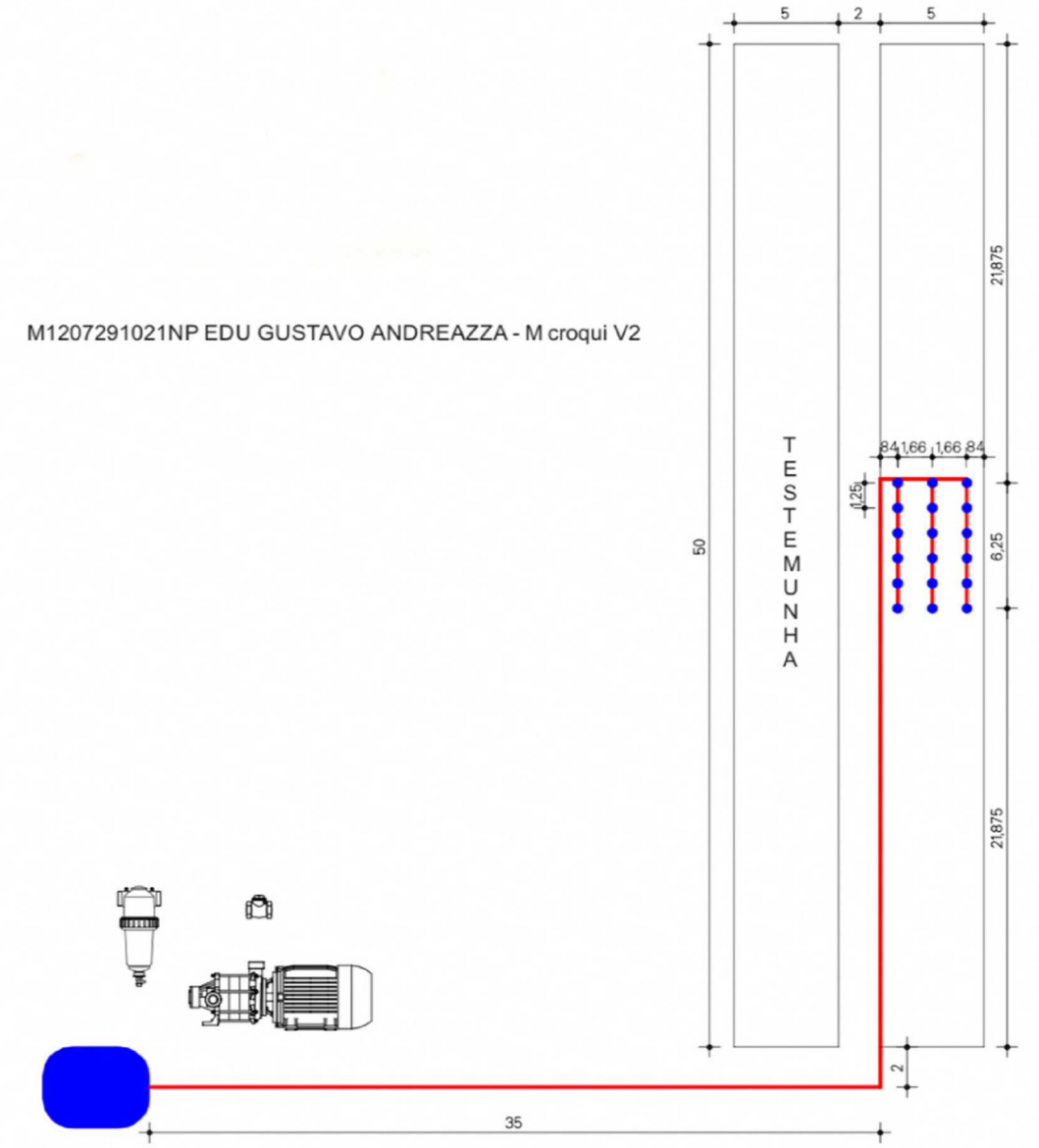
A cultivar utilizada foi Sandreas, com mudas provenientes da espanha, transplantadas em fevereiro de 2021 com um espaçamento de 0,16 centimetros entre plantas.

No interior da casa de vegetação foi instalado um aparelho de acionamento automático de nebulização, na qual era acionado quando a temperatura era maior que 25 °C e a humidade

relativa do ar até 60%.O sistema era interligado com uma rede de computadores, onde transmitia dados num intervalo de 5 minutos. A estufa de testemunha foi administrada sem qualquer tipo de alteração climática, seguindo o propósito da propriedade.

O experimento fundamentou-se na nebulização de pequenas partículas de água dentro da estufa em dois tratamentos: com nebulização e sem nebulização. O sistema de nebulização consta de três linhas paralelas de irrigação com tubos de PVC de 25mm, situadas ao longo do sentido de maior comprimento da estufa, colocadas a 2,50 m de altura do solo. Ao longo das tubulações de condução de água, foram distribuídos bicos de nebulização distanciados a 1,66 m de comprimento e 1,25 m de largura entre si, conforme Figura 1.

Figura 1. Croqui representativo com a disposição dos nebulizadores entre as linhas.



Fonte: autor (2022).

Foi utilizado o nebulizador modelo Coolnet Netafim® de uma saída com vazão de 5,5 L/h, pressão de trabalho de 3,0 a 5,0 bar, sendo a filtragem com disco de 130 micron/120 mesh, distribuído no interior da estufa da estufa.

O acionamento do sistema se deu através de um controlador automático acionado sempre que a temperatura do ar for >25 °C e a UR menor que 60 %, desligando quando esta atingia 22 °C. A temperatura dos dois ambientes foi monitorada através de uma estação climatológica automática (Prediza®), reportando automaticamente os dados diários a cada hora reportando para um computador.

2.2 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE PRODUÇÃO E DE QUALIDADE

As avaliações foram realizadas no mês de março de 2022, nos dias 12, 16, 20 e 23. Os frutos foram colhidos quando atingiram sua maturação para consumo *in natura*, ou seja tendo um ponto ideal de colheita, para o consumo, do morango com 75 % da sua coloração vermelha. conforme a metodologia descrita por Flores Cantillano (2010).

Os parâmetros produtivos avaliados foram: produção total de frutos (PTF), produção de frutos comerciais (PFC) que são frutos sem podridões ou deformações com diametro acima de 2,5 cm, produção de fruto industria (PFI) todo fruto menor que 2,5 cm de diametro e com podridão e defeitos e massa média dos frutos comerciais. Os frutos foram colhidos manualmente e pesados em balança digital (gramas por parcela), sendo também contabilizados o número de frutos por parcela de cada tratamento.

Para as análises qualitativas foram analisados o teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) compostos fenólicos totais (FT), antocianinas totais (A) e flavonoides totais (FT).

O teor de açúcares totais (sólidos solúveis) foi determinado de acordo com os procedimentos propostos por Susin (2020). Utilizou-se um refratômetro analógico, marca Petrodidática, com escala de 1 a 30 °Brix e resolução de 1 °Brix. O refratômetro foi ajustado para zero utilizando água destilada à temperatura ambiente. Com o auxílio de uma pipeta de Pasteur, pingou-se uma gota do suco coletado do fruto sobre o prisma do refratômetro, efetuando-se imediatamente a leitura.

Para a determinação da acidez titulável, tomou-se uma alíquota de 2 mL do suco coletado manualmente dos frutos de cada parcela, utilizando um micropipetador com capacidade de 1 a 10 mL. Transferiu-se essa alíquota para um Erlenmeyer de 150 mL, adicionando aproximadamente 100 mL de água destilada. Determinou-se a acidez titulável de acordo com procedimento descrito pelo método 310/IV do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008),

através da titulação da amostra com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1 M e indicador fenolftaleína 1% m/v em etanol P.A. Os resultados foram informados como porcentagem de equivalente-grama de ácido cítrico por 100 g de fruto inteiro (eq. g ácido tartárico/100 g).

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteau, conforme descrito por Rockenbach et al. (2008). Os resultados foram expressos como miligramas de equivalente de ácido gálico por 100 g de fruto inteiro (mg eq. ácido gálico/100 g).

O teor de antocianinas totais foi determinado de acordo com o método AOAC 2005.02 - método do pH diferencial - (LEE et al., 2006). Os resultados foram expressos como miligramas de equivalente de cianidina-3-glicosídeo por 100 g de amostra (mg eq. cianidina-3-glicosídeo/100 g).

O teor de flavonóides foi determinado pelo método espectrofotométrico do cloreto de alumínio, segundo o procedimento de Matic et al. (2017), após extração dos flavonoides com solução hidroalcoólica (etanol 70 % v/v) por 24 h. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de quercetina por 100 g de amostra (mg/100 g).

Os parâmentros climáticos foram determinados pelo sistema meterológico da Prediza®, na qual eram enviados remotamente.. Foram eles a temperatura, humidade relativo do ar, molhamento foliar e humidade absoluta.

2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental foi do tipo delinhamento casualizados com dois tratamentos, quatro repetições com parcelas contendo 12 plantas, 48 plantas por tratamento, totalizando 96 plantas avaliadas. Foi realizada análise de variância (ANOVA) com auxílio do programa computacional Agrostat e as médias comparadas por Tukey a 5 % de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No desenvolvimento do experimento, quatro parâmetros foram analisados e definidos como pilares para a interpretação e discussão dos resultados. São eles: elementos climáticos com e sem nebulização, parâmetros produtivos da cultura, parâmetros qualitativos da cultura e o funcionamento de um sistema automático de nebulização, na cultivar do morango San Andreas, para safra 2021/2022.

No decorrer do experimento as temperaturas no interior das estufas apresentaram uma média de 28°C (mínima 10°C e máxima de 33 °C) e umidade relativa média de 63 % (mínima

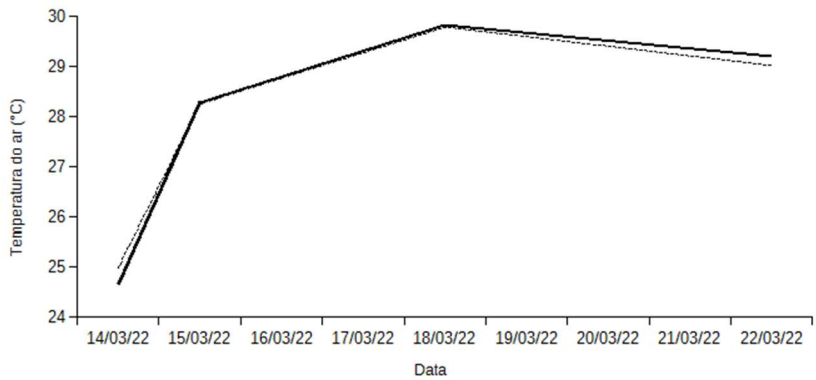
de 51 % e máxima de 100 %) estado de acordo com as temperaturas médias para o mês de março na região (CPTEC, 2021).

Com relação aos tratamentos com nebulização (positivo) e sem nebulização (negativo), não foram observadas diferenças importantes entre os tratamentos. Observando os dias com maiores temperaturas (14/3; 15/03; 18/03 e 22/03) onde o sistema de nebulização foi mais acionado, se pode observar pequena diferença de 0,1°C no dia 22/03/22 (Figura 2), sendo a temperatura no local de acionamento da nebulização menor que sem nebulização.

Com relação aos sistemas de nebulização, os mesmos estão baseados no consumo de energia que se dá na passagem do estado líquido da água ao estado de vapor, provocando desta maneira a diminuição da temperatura do ar interno da estufa, processo este chamado de adiabático.Por se tratar de um processo adiabático, nenhum calor externo é adicionado durante o processo e o conteúdo total de calor não varia. Há simplesmente uma mudança adiabática de calor sensível para calor latente, porém, ocasionando uma mudança ambiental que melhora de forma considerável as condições ambientais (BAÊTA; SOUZA, 1997). O resfriamento pode ser obtido por meio de dois sistemas distintos, utilizando a nebulização associada à ventilação ou através da passagem do ar por um material poroso umedecido, conhecido como “pad systems” (BOTTCHER et al., 1991).

Resende et al. (2010), considera a importância que a temperatura tem na fase de florescimento do fruto, ressalta os efeitos da velocidade das reações químicas biológicas e dos transporte da seiva da planta.

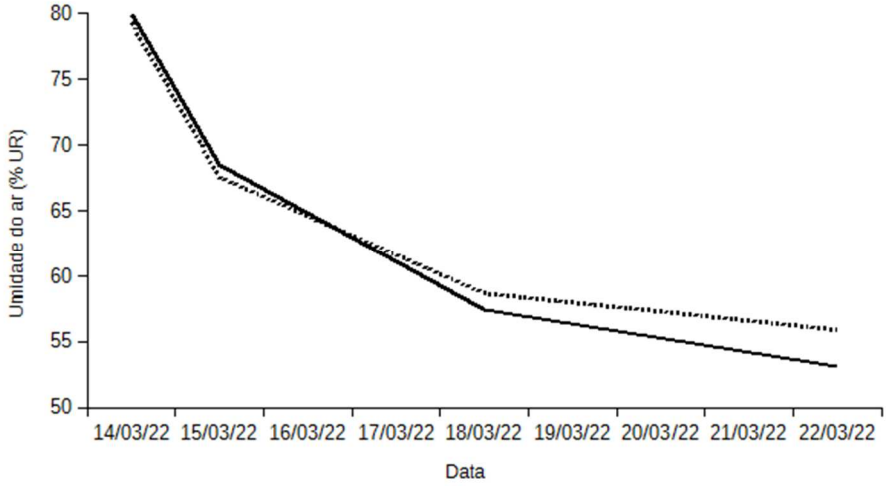
Figura 2. Temperaturas médias ocorridas no período avaliativo. Caxias do Sul, 2022. Linha escura sem nebulização (negativo) linha pontilhada com nebulização (positivo).



Fonte: autor (2022).

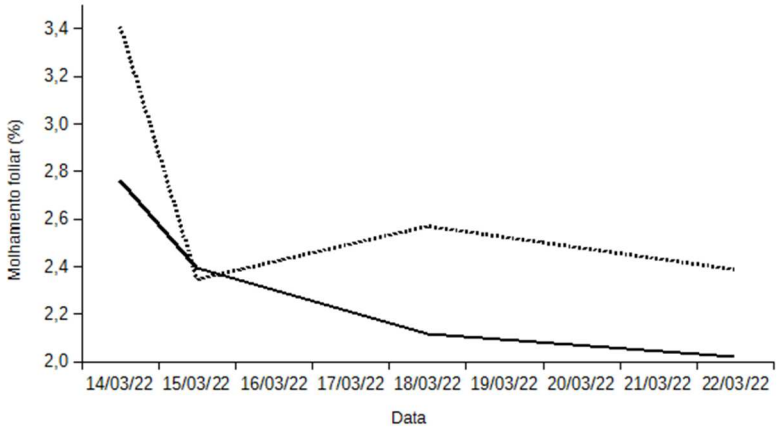
A nebulização acionada proporcionou um incremento de 5% na umidade relativa do ar (Figura 3), fato que promoveu também um maior molhamento foliar (Figura 4). Segundo Montero e Antón (1994) e Fang (1995), o incremento da umidade relativa e molhamento foliar estão associados com maior probabilidade de desenvolvimento de doenças em plantas, fato que deve ser observado nestes sistemas de resfriamento.

Figura 3. Unidade relativa médias ocorridas no interior da estufa no período avaliativo. Caxias do Sul, 2022. Linha escura sem nebulização (negativo) linha pontilhada com nebulização (positivo).



Fonte: autor (2022).

Figura 4. Molhamento foliar médio ocorrido no interior da estufa no período avaliativo. Caxias do Sul, 2022. Linha escura sem nebulização (negativo) linha pontilhada com nebulização (positivo).



Fonte: autor (2022).

A umidade absoluta (Figura 5) é uma parâmetro possível de calcular a partir de dados de temperatura, umidade relativa e pressão parcial e de saturação do ambiente (AYOADE 2011). Desta forma foi possível determinar a umidade absoluta de cada ambiente (grama de água por metro cúbico de ar - g/m³) que representa a quantidade de água em cada volume (m³)

da estufa. Desta forma pôde-se observar que com exceção do dia 15/03/22, nas horas mais quentes do dia (11:00 hs às 15:00 hs), o ambiente com sistema de nebulização, continha uma maior quantidade de água. As diferenças nos dias 18/03/22 e 22/03/22 entre os sistemas com nebulização e sem nebulização, nos dias com as temperaturas mais elevadas, foram de 0,34 g/m³ e 0,65 g/m³, respectivamente. Supondo que esta quantidade foi evaporada, retirando calor do meio a redução potencial de temperatura seria de 0,56 °C e 1,18 °C, respectivamente. No entanto estas diferenças não foram observadas, fato que pode estar relacionada com as condições ambientais, vento e talvez pelo maior diâmetro de gotas emitidas pelos nebulizadores que podem ter dificultado o processo de evaporação, diminuindo a eficiência do sistema.



Figura 5. Umidade absoluta média ocorrida no interior da estufa no período avaliativo. Caxias do Sul, 2022. Linha escura sem nebulização (negativo) linha clara com nebulização (positivo).

Fonte: autor (2022).

Em relação aos parâmetros produtivos avaliados, não se observou diferenças significativas entre os tratamentos na produção comercial. Para a variável produção total e produção industria houve diferença significativa, podendo ser observado na Tabela 1.

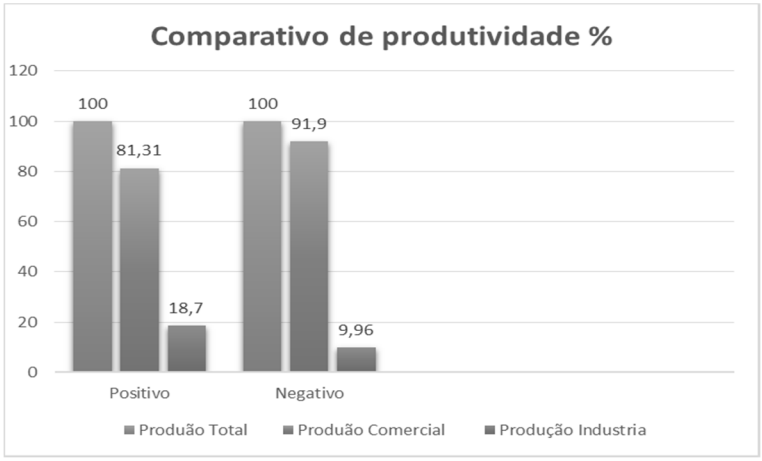
Tabela 1. Produção total (g), peso de fruto comercial (g), peso de fruto industria (g) e massa média de fruto comercial (g) de morangos var. San Andreas provenientes de diferentes sistemas com nebulização e sem nebulização na safra 2021/2022 no município de Caxias do Sul, 2022.

Tratamento	Produção total (g)	Produção de fruto comercial (g)	Produção do fruto indústria (g)	Massa média comercial (g)
Com nebulização	123,52 a	100,22 a	23,10 a	11,44 a
Sem nebulização	99,98 b	91,90 a	9,96 b	9,73 b
DMS (5 %)	0,64	15,30	0,65	1,06
Coeficiente de variação (%)	7,50	15,77	28,57	14,23

Médias em coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: autor (2022).

A comparação percentual entre a produção de frutos comerciais e frutos indústria está apresentada na Figura 6.

Figura 6. Comparativo de produtividade (100%) entre os tratamentos com nebulizaão e sem nebulização.



Fonte: autor (2022).

Para a variável produção total, observa-se diferença significativa no tratamento com nebulização ficando com o seu valor de 123,52 g. O padrão de produção no morango, na cultivar San Andreas, consiste num ciclo produtivo, sendo manejado por dois anos ou mais para seu cultivo. Na cultivar San Andreas, para o parâmetro produção do fruto comercial no tratamento positivo com o valor, não observa-se diferenças significativas. Para a variável, produção total de fruto indústria teve diferença significativa no tratamento com nebulização, com resultado maior de 23,10 g .

Segundo Carvalho (2013), para o parâmetro massa média de fruto, o resultado encontrado foi no valor de 12,47 g, ficando um pouco acima do presente trabalho (11,44 g). No entanto, observou-se que, para a variável massa de fruto média comercial, houve diferença significativa entre os tratamentos sendo para o tratamento com nebulização, obteve o valor de 2 g a mais do que o sistema sem nebulização.

Conforme a tabela 2, observa-se que acidez titulável e concentração flavonoides apresentou diferença significativa. Já os parâmetros avaliados como sólidos solúveis, aantocianinas e fenólicos totais não houve diferença significativa entres os sistemas avaliados, como podemos observar na tabela 2.

Tabela 2. Valores de Acidez titulável e Sólidos Solúveis (°Brix), teor de composto fenólicos (mg·100 g^{-1}), e de antocianinas totais (mg·100 g-) e Flavonoides provenientes do suco do morango de diferentes sistema com nebulização e sem nebulização nas safras 2021/2022, no município de Caxias do Sul, RS.

Tratamento	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (% m/v)	Antocianinas (mg/100g)	Fenolicos (mg/100g)	Flavonoides (mg/100g)
Com nebulização	6,3 a	0,98 b	11,67 a	153,96 a	70,06 b
Sem nebulização	6,4 a	1,02 a	9,98 a	169,54 a	101,91 a
DMS (5 %)	0,10	0,03	0,21	13,90	23,57
Coeficiente de variação (%)	2,72	2,65	5,23	13,74	15,05

Médias em coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: autor (2022).

Observa-se que, o teor de sólidos solúveis, não se diferenciam estatisticamente, ficando dentro do esperado, que varia de 4 a 11 °Brix, segundo Perkins (1995). Para Kluge (2003), o parâmetro para um morango aceitável para mercado *in natura*, é de no mínimo7 °Brix.

Em relação ao parâmetro acidez titulável embora tenha apresentado diferença estatística, , com o valor 1,02 (% m/v) no tratamento sem nebulização, esta variação na prática, tem pouca relevância. Um experimento feito no município de Passo Fundo-RS, os parâmetros de acidez titulável encontrados na cultivar do morango San Andreas foi de 1,00 % (m/v), ficando dentro do esperado neste trabalho. Segundo Cecatto et al. (2013), frutos com maior acidez são menos saborosos e mais palatáveis.

Para os teores de antocianinas, não obteve diferença (média de 10,8 mg/100g). Segundo Clifford (2000), os valores de antocianinas em morango podem ter uma variação de 5 a 35 mg/100 g de fruta fresca, dados obtidos neste trabalho. Em um estudo no município de Passo Fundo, RS, os teores de antocianinas na cultivar San Andreas foram de 18,69 mg/100 g, segundo Cecatto et al. (2013) ficando superior ao presente trabalho.

Ao avaliar os teores de compostos fenólicos encontrados no experimento com nebulização e sem nebulização eles não mostraram uma diferença significativa, descreve que os teores de compostos fenólicos, no morango podem ter uma alteração entre 38 e 218 mg/100g, sendo obtidos neste trabalho. Os fatores podem estar relacionados como: cultivar, solo, clima, tratamentos fitossanitários, e outros fatores que podem interferir no comportamento do fruto (COPETTI, 2010).

Segundo Stringheta (1991) a cor é um dos critérios mais relevantes em questão de qualidade de um alimento, interfere sobre o valor agregado ao produto, e tendo a aprovação de uma infinita variedade em questão da alimentação. As substâncias são responsáveis pela coloração em produtos naturais tendo em vista que os pigmentos naturais: como azul, violeta e vermelho são encontrados seguidos nos produtos de origem vegetal.

Podemos observar que o teor avaliado de flavonoides, na cultivar morango San Andreas, se difere no tratamento negativo, ficando com o valor de 101,91 mg/100 g, superior ao tratamento com nebulização (70,0 mg/100 g). Vários autores citam que o sistema produtivo e condições ambientais como temperatura e radiação solar interferem nas concentrações de compostos do metabolismo secundário (SAVI et al., 2017). Podemos avaliar onde concentra maior a variável de flavonoides, observamos menor concentração de antocianinas totais neste trabalho, tendo comparação por diversos fatores, que podem interferir como: não tendo a maturação por completo do morango, como anormalidades abióticas.(COPETTI; CRISTIANE, 2010). Esta diferença bastante pronunciada no sistema sem nebulização com relação ao sistema com nebulização pode ratificar as mudanças do ambiente, ocorridas pela nebulização.

Os estudo referente a nebulização da estufa tem uma grande importancia no auxilio de produtividade e qualidade dos frutos. Para melhorias deste, é necessário outras repetições em um periodo mais longo de tempo e com temperaturas mais elevadas, ultizando nebulizadores com menor tamanho de gota.

4 CONCLUSÕES

Para parâmetros produtivos aumentou-se a produtividade total, industria e massa média do fruto comercial em relação ao sistem sem nebulização. Tambem se observou diferença para qualidade dos frutos, resaltando acidez titulável e flavonoides

O sistema de nebulização modificou as condições ambientais da estufa principalmente relacionados a umidade relativa do ar.

Não se observou diferenças efetivas na temperatura do ar entre os dois sistemas.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, L. E. C. **Árvore do conhecimento: morango**. 2009. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/morango/arvore/CONT000fmxotm4d02wyiv8065610do1fgl2q.html. Acesso em: 06 mai. 2022.

ANTUNES, L. E. C.; BONOW, S. **Morango: produção aumenta ano a ano**. Embrapa Clima Temperado. 2021. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1131057/1/Antunes-Anuario-HF-2021-pag-87.pdf Acesso em: 06 mai. 2022.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, Malden, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.

AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 332 p.

BAÊTA , F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais**: conforto animal. Viçosa: UFV, 1997. 246 p. Disponível em: https://www.editoraufv.com.br/produto/ambiencia-em[1]edificacoes-rurais/1108947. Acesso em: 25 mai. 2022

BOTTCHER, R. W. et al. Characterizing efficiency of misting systems for poultry. **Transactions of ASAE**, St. Joseph, v. 34, n. 2, p. 586-590, 1991.

CARVALHO, S. F. **Produção, qualidade e conservação pós-colheita de frutas de diferentes cultivares de morangueiro nas condições edafoclimáticas de Pelotas, RS** (Dissertação). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2013. 103 p.

CECATTO, A. P.; CALVETE, E. O.; NIENOW, A. A.; COSTA, R.C.; MENDONÇA, H. F. C.; PAZZINATO, A. C. Culture systems in the production and quality of strawberry cultivars. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, n. 4, p. 471–478, 2013.

CPTEC. **Centro de previsão do tempo e estudos climáticos**. Instituto nacional de pesquisas espaciais. Disponível em: https://www.cptec.inpe.br/previsao-tempo/rs/vacaria Acesso em: 28 mai. 2022.

COSTA, E. **Avaliação da produção de alface em função dos parâmetros climáticos em casas de vegetação com sistema hidropônico nos períodos de outono e inverno** (Dissertação). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.-Campinas, SP, 2001. 144 p.

COPETTI, C. **Atividade antioxidante in vitro e compostos fenólicos em morangos (Fragaria x ananassa Duch): influência da cultivar, sistema de cultivo e período de colheita**. 2010. 88 f. (Dissertação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. 88 p.

CLIFFORD M. N. Anthocyanins-nature, occurrence and dietary burden. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 1063–1072, 2000.

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; MAZZUCO, H. **Uso do resfriamento evaporativo (adiabático) na criação de frangos de corte**. Embrapa Suínos e Aves, 1999. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/437183/uso-do-resfriamento-evaporativo-adiabatico-na-criacao-de-frangos-de-corte. Acesso em: 24 set. 2021.

SOUSA, V. F. et al. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. 2011. Acesso em 06 mai.2022.

EMBRAPA. **Sistema de Produção do Morango**: importância. 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

KLUGE, R. A.; JACOMINO, A.P.; TESSARIOLI NETO, J. **Colheita, pós-colheita e qualidade do morango**. 2003. Disponível em: http://www.ciagri.usp.br/~rakluge/pcmorang.html. Acesso em: 17 mar. 2022.

MONTERO, J. I.; ANTÓN, A. Greenhouse cooling during warm periods. **Acta Horticulturae**, The Hague. v. 357, p. 49-61, 1994.

PERKINS-VEAZIE, P. Growth and ripening of strawberry fruit. **Horticulture Reviews**, West Port, v. 17, p. 267-297, 1995.

PALENCIA, P. et al. Strawberry yield efficiency and its correlation with temperature and solar radiation. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 93–99, 2013.

RESENDE, J. T. V.; MORALES, R. G. F.; FARIA, M. V.; RISSINI, A. L. L.; CAMARGO, L. K. P.; CAMARGO, C. K. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 185- 189, 2010.

REYES M.; ZCHAU, B. (ed). **Frutilla, Consideraciones Productivas y Manejo**. INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias - Raihuen, 2012. 153 p.

SAVI, P. R. S. et al. Análise de flavonoides totais presentes em algumas frutas e hortaliças convencionais e orgânicas mais consumidas na região Sul do Brasil. **Demetra**, v. 12, n. 1, p. 275-287, 2017.

STRINGHETA, P.C. **Identificação da estrutura e estudo da estabilidade das antocianinas extraídas da inflorescência de capim gordura (*Mellinis minutuflora*, Pal de Beauv.)**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991,138 p.

RONQUE, E. R. V. **A cultura do morangueiro**: revisão e prática. Paraná: EMATER, 1998. 206 p.

SUSIN, E. **Aplicação de ácido abscísico e etefom na qualidade de uvas Merlot para vinificação**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, 2020.

SCHWENGBER, J. E.; SCHIEDECK, G.; ANTUNES, L.E.C.; STRASSBURGER, A.S.; MARTINS, D. de S.; CAPELESSO, A.J.; AUMONDE, T.Z.; SILVA, J.B. **Produção de morangos em sistema de base ecológica**. ABC da agricultura familiar. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Brasília, DF. 2010.

STRASSBURGER, A. S.; PEIL; R. M. N.; SCHWENGBER, J. E.; MEDEIROS, C. A. B.; MARTINS, D. S.; SILVA, J. B. Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de "dia neutro" em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 623-630, 2010.

MATIC, P.; SABLJIC, M.; JAKOBEK, L. Validation of spectrophotometric methods for the determination of total polyphenol and total flavonoid content. **Journal of AOAC International**, v. 100, n. 6, p. 1795-1803, 2017.

WANG, S. Y.; CAMP, M. J. Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 85, n. 33, p. 183-199, 2000.

WREGE, M.S.; STEINMETZ, S.; REISSER JR, C.; ALMEIDA, I.R. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil**: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 336 p.