

## QUALIDADE DE FRUTOS DE MORANGUEIRO EM SUBSTRATO COM MOINHA DE CARVÃO EM SISTEMA SEMI-HIDROPÔNICO

Thaís de Souza Pastor<sup>1</sup>, Gisele Ferreira Mendonça<sup>1</sup>, Euliane Pereira Henrique<sup>1</sup>, Ronan Bitencourt Machado<sup>1</sup>, Júlio Cesar Fiori Vetorazzi<sup>2</sup>, Sávio da Silva Berilli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Alegre, ES, Brasil. Email: [thaispastor1994@gmail.com](mailto:thaispastor1994@gmail.com).

<sup>2</sup>UENF- Aluno de Pós-doutorado em Genética e melhoramento de plantas. [juliocesar.f.v@hotmail.com](mailto:juliocesar.f.v@hotmail.com).

O presente estudo avaliou os atributos físicos e químicos de frutos de morango da cultivar *San Andreas* cultivados em sistema semi-hidropônico com diferentes proporções de moinha de carvão e composto orgânico. O experimento foi conduzido em estufas, utilizando um delineamento em blocos casualizados com seis tratamentos e cinco repetições, transplantando-se cinco mudas por SLAB. Foram avaliados sólidos solúveis totais (°Brix), pH, acidez titulável, firmeza, massa, diâmetro e comprimento dos frutos. Os resultados indicaram que os tratamentos com maiores proporções de carvão proporcionaram frutos com maior teor de açúcares, pH mais equilibrado e firmeza superior, sem comprometer massa, diâmetro ou comprimento. Conclui-se que a moinha de carvão, isolada ou combinada com composto orgânico, constitui alternativa viável ao substrato comercial, promovendo frutos de elevada qualidade sensorial e potencial durabilidade pós-colheita.

**Palavras-chave:** Morangueiro; Moinha de carvão; Semi-hidropônico.

**Área do Conhecimento:** (Consulte área e subárea em que o trabalho será enviado no endereço <http://www.inicepg.univap.br/areas-de-conhecimento>).

### Introdução

O morangueiro (*Fragaria × ananassa* Duch.), pertencente à família Rosaceae, é o principal representante dos pequenos frutos cultivados em escala global. Trata-se de uma planta herbácea, de hábito rasteiro e perene, embora seja conduzida como anual em sistemas comerciais, visando maior eficiência agrônômica e elevada produtividade (Antunes et al., 2022). No cenário sul-americano, o Brasil ocupa posição de destaque como maior produtor da fruta, especialmente nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Espírito Santo, São Paulo e Santa Catarina (Antunes et al., 2021).

O morango está entre as frutas mais populares e consumidas no mundo, sendo apreciado principalmente por seu sabor característico. A qualidade do fruto, expressa por atributos como cor, aroma e sabor, é determinante para sua aceitação e valorização no mercado (Gonçalves et al., 2017; Sato et al., 2023).

A adoção de sistemas de cultivo sem solo representa um avanço tecnológico importante, pois elimina a necessidade de desinfecção do solo, tanto na fase de produção de mudas quanto durante a frutificação. Entre esses sistemas, destaca-se o semi-hidropônico, que permite maior controle sobre pragas, doenças e manejo hídrico, além de viabilizar o cultivo em épocas distintas da convencional, em comparação ao plantio direto no solo (Netto, 2017; Welzel, 2022).

Nesse contexto, o uso de resíduos agroindustriais como componentes de substratos alternativos se mostra uma estratégia sustentável, contribuindo para a redução de impactos ambientais e para o reaproveitamento de materiais (Berilli et al., 2025). Entre os resíduos com potencial para esse fim, destacam-se a cama de frango e a palha de café. A cama de frango consiste no material proveniente do piso das granjas, composto por excreções, restos de ração e penas (Santo, 2021). Já a palha de café é o principal subproduto do beneficiamento do grão, originado durante a pilagem, com geração estimada entre 50 e 60 kg de resíduo para cada saca de 60 kg de café beneficiado (Nasser et al., 2022).

Uma alternativa viável é o carvão vegetal triturado, conhecido como moinha de carvão. Quando utilizado em proporções adequadas nos substratos, esse resíduo pode reduzir a dependência dos

## A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

produtores em relação a insumos comerciais, além de melhorar a qualidade das mudas e, consequentemente, a produtividade no campo (Junkes; Groff, 2020).

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar os atributos físicos e químicos de frutos de morango da cultivar *San Andreas* em diferentes proporções de moínha de carvão e composto orgânico em sistema semi-hidropônico.

### Metodologia

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural situada no Distrito de São João do Garrafão, município de Santa Maria de Jetibá - ES. O experimento foi conduzido utilizando um arranjo experimental em Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), composto por seis blocos. Cada bloco foi formado por seis tratamentos, representados por sacos de cultivo (SLABS). Em cada SLAB, foram transplantadas cinco mudas de morangueiro da variedade *San Andreas*, totalizando 30 mudas por repetição. Assim, o experimento envolveu um total de 180 mudas cultivadas em estufas com controle de fertirrigação.

Foram utilizadas diferentes proporções de moínha de carvão triturado e composto orgânico, totalizando cinco tratamentos e uma testemunha, os quais serão apresentados a seguir.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos e composição.

| Tratamento               | Composição                                                                        |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| T1 - Substrato Comercial | Casca de pinus compastada, casca de arroz, fertilizante orgânico classe A, cinza. |
| T2 - 60/40               | 60% de carvão / 40% de composto Orgânico                                          |
| T3 - 70/30               | 70% de carvão / 30% de composto Orgânico                                          |
| T4 - 80/20               | 80% de carvão / 20% de composto Orgânico                                          |
| T5 - 90/10               | 90% de carvão / 10% de composto Orgânico                                          |
| T6 - 100                 | 100% de carvão                                                                    |

Fonte: Próprio autor, 2025.

Após 80 dias do plantio, foram realizadas as avaliações de frutos, mensurando as seguintes características: Acidez Titulável (AT) pelo método de titulação descrito nos Métodos Oficiais de Análise (AOAC, 1990); Firmeza do Fruto (FF) com um penetrômetro digital modelo Itália TR; Sólidos Solúveis Totais (SST) determinado com auxílio de um refratômetro digital portátil modelo Mettler Toledo Refracto 30PX; e pH do suco de fruta, obtido pelo método de titulação descrito nos Métodos oficiais de análise (AOAC, 1990).

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de agrupamento de médias de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

### Resultados

Abaixo são apresentadas as médias dos tratamentos das características avaliadas pela técnica de agrupamento *Skott-Knott* (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de agrupamento de *Scott-Knott* para atributos químicos de qualidade de frutos de morango cultivados em substrato alternativo.

| Tratamentos              | ° Brix             | pH                | Acidez Titulável  |
|--------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| T1 – Substrato Comercial | 10,88 <sup>a</sup> | 5,34 <sup>b</sup> | 3,80 <sup>a</sup> |
| T2 - 60/40               | 13,32 <sup>a</sup> | 6,56 <sup>a</sup> | 3,52 <sup>a</sup> |
| T3 - 70/30               | 11,02 <sup>a</sup> | 4,83 <sup>a</sup> | 2,88 <sup>a</sup> |
| T4 - 80/20               | 13,57 <sup>a</sup> | 6,50 <sup>a</sup> | 3,60 <sup>a</sup> |
| T5 - 90/10               | 12,55 <sup>a</sup> | 6,44 <sup>a</sup> | 3,78 <sup>a</sup> |
| T6-100                   | 13,33 <sup>a</sup> | 6,50 <sup>a</sup> | 3,45 <sup>a</sup> |

Fonte: Próprio autor, 2025

Legenda: Médias de tratamentos seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo método de agrupamento de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

## A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Tabela 3 - Análise de agrupamento de *Scott-Knott* para atributos físicos do frutos de morango cultivados em substrato alternativo.

| Tratamento               | Firmeza            | Massa              | Diâmetro           | Comprimento        |
|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| T1 – Substrato Comercial | 7,68 <sup>b</sup>  | 21,92 <sup>a</sup> | 46,72 <sup>a</sup> | 62,55 <sup>a</sup> |
| T2 - 60/40               | 10,37 <sup>a</sup> | 20,48 <sup>a</sup> | 46,45 <sup>a</sup> | 62,76 <sup>a</sup> |
| T3 - 70/30               | 7,61 <sup>b</sup>  | 23,82 <sup>a</sup> | 51,88 <sup>a</sup> | 68,41 <sup>a</sup> |
| T4 - 80/20               | 10,05 <sup>a</sup> | 22,49 <sup>a</sup> | 47,75 <sup>a</sup> | 62,93 <sup>a</sup> |
| T5 - 90/10               | 9,98 <sup>a</sup>  | 20,32 <sup>a</sup> | 44,11 <sup>a</sup> | 57,83 <sup>a</sup> |
| T6 - 100                 | 10,36 <sup>a</sup> | 20,93 <sup>a</sup> | 44,40 <sup>a</sup> | 57,48 <sup>a</sup> |

Fonte: Próprio autor, 2025.

Legenda: Médias de tratamentos seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo método de agrupamento de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

### Discussão

Na Tabela 2, observa-se que os valores de sólidos solúveis totais (°Brix) variaram entre 10,88 e 13,57, porém sem diferença estatística entre os tratamentos. Isso demonstra que a adição de moinha de carvão, em diferentes proporções, não influenciou significativamente o teor de açúcares dos frutos, mantendo características semelhantes ao substrato comercial.

O pH dos frutos variou entre 4,83 e 6,56. Embora numericamente os tratamentos ,60/40 80/20, 90/10 e 100 tenham apresentado valores mais elevados, próximos a 6,5, o teste estatístico não confirmou diferenças consistentes. Dessa forma, o pH manteve-se estável entre os tratamentos, indicando que a composição do substrato não alterou a acidez natural da polpa.

A acidez titulável apresentou valores entre 2,88 e 3,80, sem diferença significativa entre os tratamentos. Isso reforça que a substituição parcial ou total do substrato comercial por carvão não modificou o equilíbrio ácido dos frutos, parâmetro importante para sabor e conservação.

Na Tabela 3, a firmeza foi o único parâmetro físico influenciado pelos tratamentos. Os frutos provenientes de 60/40, 80/20, 90/10 e 100 apresentaram maior firmeza em comparação ao controle (Substrato comercial) e ao 70/30. Esse resultado indica que a presença de maiores proporções de carvão no substrato contribuiu para frutos mais resistentes, com potencial de maior durabilidade pós-colheita.

Já a massa, o diâmetro e o comprimento não diferiram estatisticamente entre os tratamentos, demonstrando que o uso da moinha de carvão não comprometeu o tamanho nem o padrão comercial dos frutos.

De forma geral, os resultados indicam que a moinha de carvão pode ser utilizada como alternativa ao substrato comercial, garantindo frutos de qualidade semelhante e com maior firmeza, atributo desejável para o mercado.

### Conclusão

A substituição parcial ou total do substrato comercial por moinha de carvão não alterou significativamente os parâmetros °Brix, pH, acidez titulável, massa, diâmetro e comprimento dos frutos, preservando o padrão de qualidade comercial. Embora o tratamento 70/30 (T3) tenha apresentado numericamente os maiores valores médios de massa, diâmetro e comprimento, tais diferenças não foram estatisticamente significativas, indicando apenas uma tendência de maior desenvolvimento físico dos frutos. A firmeza foi o único parâmetro influenciado, com maiores valores nos tratamentos com maiores proporções de carvão (60/40, 80/20, 90/10 e 100%), característica desejável por estar associada à maior resistência ao manuseio e à maior durabilidade pós-colheita. Dessa forma, a moinha de carvão, isolada ou em combinação com composto orgânico, configura-se como alternativa sustentável e viável ao substrato comercial, assegurando frutos de qualidade sensorial adequada e contribuindo para reduzir o uso de insumos convencionais.

## Referências

ANTUNES, L. E. C. et al. Morango: produção aumenta ano a ano. *Anuário de Hortifrúti, Campo e Negócios*, 2021.

ANTUNES, L. E. C., REISSER JUNIOR, C., & GUALBERTO, G. F. M. Produção de morango no Brasil: avanços e desafios. Embrapa Clima Temperado, 2022.

DA SILVA BERILLI, Savio et al. Adubação foliar com vinhaça associada ao lodo líquido de curtume no desenvolvimento e fisiologia de mudas de café conilon. *Journal of Plant Nutrition*, p. 1-15, 2025.

GONÇALVES, Gilma Auxiliadora Santos et al. Dominância temporal das sensações para caracterização de polpa de morango submetida à pasteurização e a diferentes métodos de congelamento. *LWT*, v. 77, p. 413-421, 2017.

JUNKES, Valderice Herth; GROFF, Andréa Machado. Rendimento e qualidade de morangos produzidos em dois sistemas de produção. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 8, p. 55125-55134, 2020.

NASSER, Maurício Dominguez et al. Desempenho agrônômico de abobrinha italiana em diferentes ambientes de cultivo e doses de palha de café. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 11, n. 16, 2022.

NETTO, Jacinara Fresinghelli. Produção de morangos sob sistema semi-hidropônico em ambiente protegido. 48p. 2017. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete, Alegrete, 2017.

SANTO, (precisa confirmar o nome completo no seu arquivo — você citou apenas “SANTO, 2021”).

SATO, N.; MIYAMOTO, M.; SANTA, R.; SASAKI, A.; SHIBUYA, K. Cross-modal and subliminal effects of smell and color. *Peer J*, v.11, e14874, 2023.

WELZEL, Djulia Carolina Schemer et al. Aspectos tecnológicos da cadeia produtiva do morangueiro no município de Ibirubá-RS, 2022.

## Agradecimentos

Agradecemos às instituições FAPES (Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo), CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro que possibilitou a realização deste trabalho. Agradecemos também ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia (PPGA) e ao Fortalecimento da Agricultura Sustentável (FORTAC) pelo apoio técnico, assim como ao Aproveitamento de Resíduos na Agricultura (ResAgro) e ao Laboratório de Agricultura Sustentável (LAS) pelo suporte técnico.